

## 6 SUOLI

FRANCESCA RAGAZZI<sup>1</sup>, PAOLA ZAMARCHI<sup>1</sup>

### 6.1. INTRODUZIONE

Il suolo è una risorsa naturale non rinnovabile, di primaria importanza per tutte le attività umane, non solo per quelle agricole, e risulta fondamentale per la qualità della vita. La Commissione Europea, in una proposta di Direttiva Quadro sulla protezione del suolo (COM/232/2006), ne ha riconosciute le funzioni fondamentali e le potenziali minacce e prevede che ciascuno Stato membro definisca le aree maggiormente suscettibili ai rischi di degradazione.

La realizzazione della Carta dei suoli della provincia di Venezia è perfettamente in linea con questi presupposti perché nasce dalla volontà di acquisire conoscenze sul suolo quale elemento necessario per costruire un quadro completo del territorio provinciale. Solo avendo tale conoscenza le Province possono svolgere efficacemente i loro compiti istituzionali, con particolare riguardo alla pianificazione territoriale.

L'inizio delle conoscenze pedologiche del territorio provinciale di Venezia risale agli anni '30 del secolo scorso grazie ad Alvise Comel, una delle figure che più contribuirono nel corso del '900 alla crescita della pedologia in Italia. Tali studi, condotti soprattutto in estensione ai rilievi effettuati dallo stesso Comel nel territorio della pianura friulana, ebbero una prima locale sintesi nel 1956-59 con la pubblicazione dei Fogli con Note illustrative "Pordenone" (1956), "Palmanova" (1958), "San Donà di Piave" e "Foce del Tagliamento" (1959) della Carta Geologica delle Tre Venezie in scala 1:100.000.

Successivamente Comel, con l'obiettivo di acquisire nuove conoscenze relative ai suoli veneti e veneziani in particolare, avviò la serie "Studi pedologici in provincia di Venezia" che coprì tutto il portogruarese, il sandonatese e parte del veneziano e del miranese.

Nel 1980 la Provincia di Venezia decise di privilegiare inizialmente l'acquisizione delle conoscenze su suolo e sottosuolo applicate all'agricoltura nell'ambito dei Piani Zonali Agricoli; questi allora interessavano il territorio dell'area nord-orientale e dell'area meridionale.

Nel 1985 la Provincia pubblica lo "Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord - orientale", comprensiva di testo e cartografie, basata essenzialmente sui rilievi eseguiti in passato da Comel, integrati e parzialmente aggiornati.

Di particolare rilievo la serie di carte tematiche e derivate (in scala 1:100.000), a carattere prevalentemente applicativo, che hanno accompagnato la carta geopedologica (in scala 1:50.000): uno dei primi esempi di applicazioni delle scienze della terra di

carattere pianificatorio, utilizzato da molti Comuni per la redazione degli aspetti fisico - territoriali relativi ai propri P.R.G.

Negli anni successivi, le indagini sul suolo hanno portato a svariate pubblicazioni, realizzate a scale diverse, rivolte a parti del territorio provinciale e frutto di collaborazioni con università, enti di ricerca scientifica ed ESAV (Ente di Sviluppo Agricolo del Veneto). In particolare, dalla collaborazione con l'ESAV, è nata la pubblicazione *"I suoli dell'area a DOC del Piave"* (1996) e, successivamente, da quella con Veneto Agricoltura, la pubblicazione *"I suoli dell'area a DOC Lison - Pramaggiore"* (2001).

Con l'istituzione dell'ARPAV<sup>2</sup> (L.R.V. n. 32/96) la competenza in tema di conoscenza dei suoli è stata attribuita all'Osservatorio regionale pedologico, inserito all'interno del Centro Agroambientale ARPAV nella sede di Castelfranco Veneto (TV)<sup>3</sup>, e pertanto la Provincia ha deciso di completare le attività necessarie alla redazione della Carta dei suoli della provincia di Venezia in collaborazione con l'ARPAV stessa.

Essendo in corso negli anni 2000-2003 la realizzazione, da parte dell'ARPAV, della "Carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia", ricadente in buona parte nel territorio provinciale, la gran mole di dati acquisiti ed informatizzati in apposite banche dati dalla Provincia è stata utilizzata anche per la cartografia del bacino scolante.

La collaborazione tra i due enti è proseguita negli anni seguenti con il rilevamento e l'elaborazione dei dati già presenti nelle aree nord-orientale e meridionale della provincia, attività che hanno consentito di migliorare ulteriormente il consistente patrimonio informativo già disponibile e di arrivare all'estesa descrizione dei suoli in relazione con i caratteri del territorio che è oggetto della pubblicazione.

#### 6.1.1. Problematiche ambientali nella gestione del suolo

Con l'adozione da parte della Commissione Europea (COM/232/2006) della proposta di direttiva quadro sulla protezione del suolo, ha preso il via il processo di concertazione che porterà l'Unione Europea ad avere finalmente una normativa per tutelare il suolo dai fenomeni di degradazione.

<sup>1</sup> ARPAV - Osservatorio Regionale Suoli - <http://www.arpa.veneto.it/suolo>

<sup>2</sup> Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV).

<sup>3</sup> L'Osservatorio Regionale Suolo da gennaio 2010 si è trasferito a Treviso, presso la nuova sede del DAP di Treviso e da febbraio 2010 è divenuto Servizio Suoli.

Erosione, diminuzione della sostanza organica e della biodiversità, contaminazione puntuale e diffusa, compattazione, impermeabilizzazione, salinizzazione, alluvioni e frane, sono questi i rischi di degradazione individuati dalla citata proposta ai quali sono soggetti i suoli europei, e quelli della provincia di Venezia non fanno eccezione.

Il territorio della provincia di Venezia è tra i più studiati in Italia, e ciò principalmente per la presenza di una città universale come Venezia con la sua laguna, ma anche per l'attività pluridecennale svolta dalla Provincia di Venezia nell'approfondimento della conoscenza degli aspetti fisico-territoriali, ambientali e di difesa del suolo. Dal punto di vista ambientale vanta altre situazioni di fama, quale ad esempio la laguna di Caorle (immortalata da Hemingway nel suo ultimo libro), ed è nota a livello quanto meno europeo anche per le sue spiagge (Bibione, Caorle, Eraclea, Jesolo, Cavallino, Lido e Sottomarina).

Tra le problematiche ambientali spicca, per la delicatezza del contesto e gli effetti negativi per la stessa sopravvivenza della città di Venezia, il fenomeno della *subsidenza*, cioè il progressivo e generale abbassamento del suolo per cause naturali e antropiche<sup>4</sup>.

Il fenomeno è stato ampiamente indagato, anche col contributo della Provincia; recenti studi hanno evidenziato che, in gran parte di Venezia e del suo entroterra la subsidenza, qualche decennio fa assai preoccupante e tale da far temere sul futuro della città stessa, si è fortemente ridotta, mentre risulta ancora di grave entità su un vasto territorio, comprendente il portogruarese e santonatese (Venezia Orientale) e l'area meridionale (Cavarzere - Chioggia). Le cause sono legate a motivi geologici (deformazioni tettoniche del substrato, progressiva compattazione dei sedimenti fini) e antropici (conseguente all'estrazione di fluidi dal sottosuolo). Le opere di bonifica idraulica hanno accentuato il processo inducendo l'ossidazione della materia organica presente, con conseguente riduzione del volume e costipazione dei sedimenti (Figg. 6.1 e 6.2). A questo proposito non si può non tenere in considerazione il depauperamento delle riserve di carbonio organico accumulato nelle aree umide per effetto della bonifica e della coltivazione intensiva delle aree depresse, fenomeno che contribuisce allo spostamento del carbonio dal suolo all'atmosfera e quindi all'aumento di concentrazione della CO<sub>2</sub> e all'effetto serra.

La subsidenza comporta l'aggravarsi di altri fenomeni tra cui l'*erosione costiera*<sup>5</sup> e l'*intrusione salina*<sup>6</sup> nelle falde freatiche superficiali, che possono provocare sensibili danni all'economia turistica ed agricola. E' proprio nelle aree nord-orientali e meridionali della provincia che risulta maggiormente presente un'elevata salinità, fortunatamente circoscritta ad alcuni ambiti poco estesi e a strati profondi; un'ulteriore riduzione della piovosità, con aumento delle temperature per effetto dei cambiamenti climatici, potrebbe aggravare questa situazione che finora non ha provocato effetti negativi sostanziali alle attività agricole.



Fig. 6.1 - Un ponte costruito circa nel 1920 mostra una protrusione della fondazione pari a 150 cm corrispondenti alla subsidenza avvenuta per compattazione in seguito all'ossidazione dei terreni torbosi e da pompaggi di acque sotterranee. Sullo sfondo il nuovo ponte, che risale agli anni '70, evidenzia l'abbassamento del suolo, di circa 30 cm, avvenuto negli ultimi trent'anni (fonte: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE BACCHIGLIONE, ora ADIGE EUGANEO).



Fig. 6.2 - Condotta di collegamento sotterranea a mattoni attualmente sopra il livello dell'acqua e sostituita da due tubi di scolo in cemento collocati più in basso, il più elevato dei quali risulta già inutilizzabile. La linea tratteggiata raffigura l'ubicazione originale della sezione della vecchia condotta (fonte: CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE BACCHIGLIONE, ora ADIGE EUGANEO).

Le problematiche ambientali sopra citate (subsidenza, erosione costiera, intrusione salina) sono in parte connesse allo sfruttamento, più o meno intensivo e prolungato, delle acque sotterranee<sup>7</sup>, in particolare nella parte più settentrionale del miranese e del portogruarese, ma anche in altre zone, come al Cavallino, in cui si è indagato sulle interconnessioni tra tali pompaggi ed i fenomeni di subsidenza. Nel portogruarese vi è un'interessante falda termale che raggiunge quasi 50°C a 600 m di profondità.

La delicatezza degli equilibri ambientali della provincia

<sup>4</sup> Vedi anche il capitolo 16 "Subsidenza" e la cartografia di Tav. 15.

<sup>5</sup> Vedi anche il capitolo 19 "Rischio da mareggiata" e la cartografia di Tav. 16.

<sup>6</sup> Vedi anche il capitolo 17 "Intrusione salina".

<sup>7</sup> Vedi anche il capitolo 12 "Idrogeologia" e la cartografia di Tav. 11.

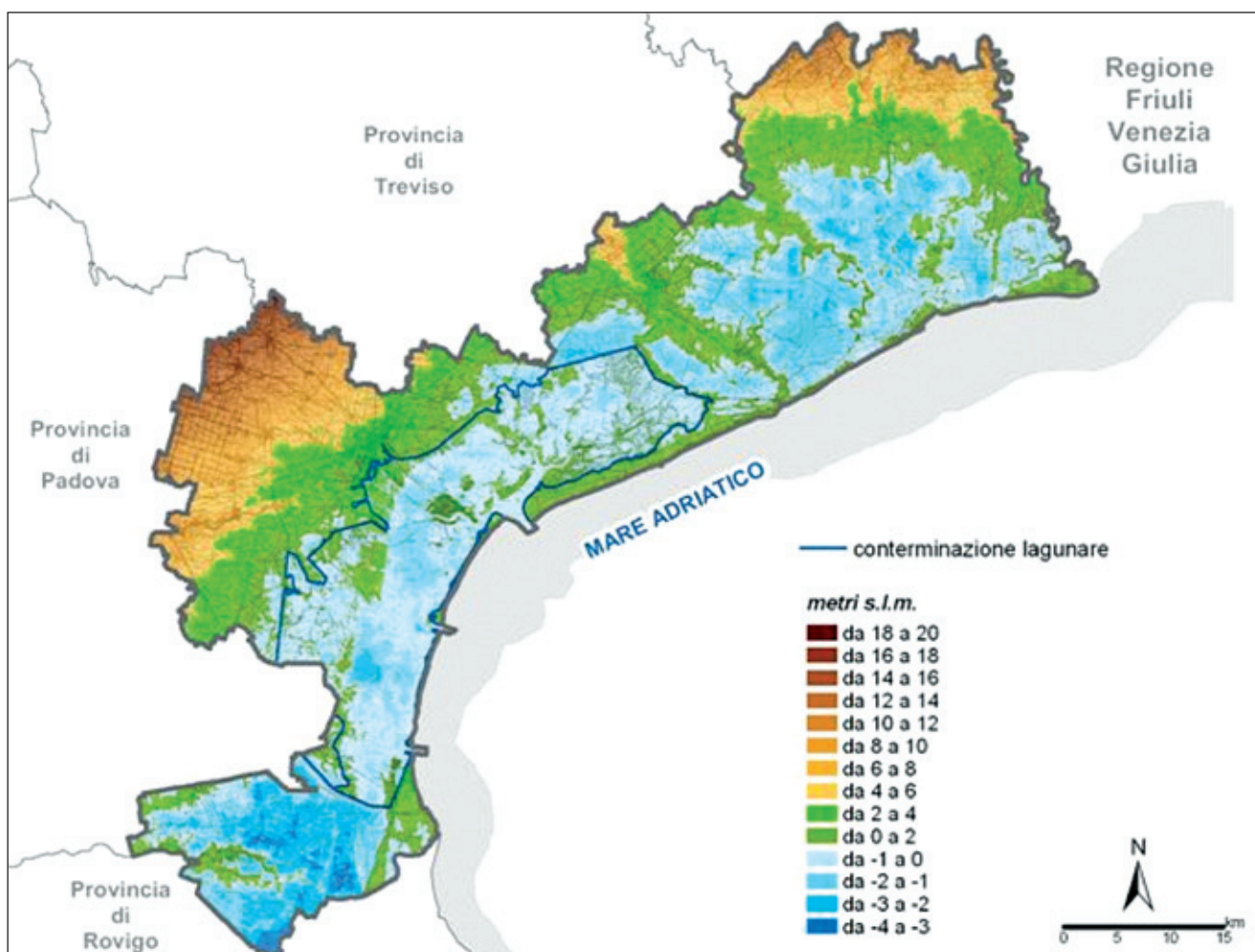


Fig. 6.3 - Carta altimetrica della provincia di Venezia: le aree al di sotto del livello del mare sono rappresentate in azzurro.

deriva, in ultima analisi, dalla sua conformazione geologica; quando infatti Napoleone ha dato alle province venete la loro configurazione amministrativa, che ricalca bene quella attuale, per Venezia ha considerato l'insieme delle paludi e lagune litoranee e l'asta fluviale del Naviglio Brenta con i paesi che gravitavano attorno a tali spazi acquei.

Con le imponenti bonifiche integrali avvenute nel corso di un centinaio d'anni e concluse sostanzialmente con la bonifica di Valle Vecchia di Caorle negli anni '50, il territorio da prevalentemente lagunare è stato trasformato in gran parte in terra ferma.

Oltre metà del territorio provinciale è ora soggetto a bonifica idraulica<sup>8</sup> in quanto soggiacente al livello del medio mare (anche fino a -4 m s.l.m.) o alla quota d'espansione delle maree (i cosiddetti "prati surtumosi"). Ciò ha comportato la creazione di una rete capillare di fossi, canali consorziali e idrovore necessarie per mantenere artificialmente il franco di bonifica. Nella Fig. 6.3<sup>9</sup> è schematicamente rappresentata la situazione altimetrica provinciale con evidenziate le ampie aree poste sotto lo zero marino.

Il delicato equilibrio instauratosi tra gli specchi d'acqua, i grandi fiumi (che nel territorio veneziano hanno i loro tratti terminali) e la rete artificiale della

bonifica, soprattutto in questi ultimi tempi, è entrato drammaticamente in crisi: eventi piovosi anche di non eccezionale entità provocano sempre più spesso diffuse situazioni di esondazioni e allagamenti (Fig. 6.4); eventi ritenuti fino a poco tempo fa eccezionali, ma ora non più tanto rari per l'effetto dei cambiamenti climatici che vedono sempre più il manifestarsi di piogge monsoniche e veri e propri nubifragi, costringono le autorità competenti a gestire in modo straordinario la sicurezza del territorio in ordine al rischio idraulico<sup>10</sup>.

Le cause principali di tale grave dissesto, che interessa soprattutto le zone più urbanizzate, sono molteplici e dovute non solo alla modificazione del clima e della intensificazione delle precipitazioni piovose, ma soprattutto allo stravolgimento recato all'assetto e all'uso del territorio in questi ultimi decenni, con una selvaggia e diffusa impermeabilizzazione dei suoli e con la perdita della naturale capacità di infiltrazione

<sup>8</sup> Vedi anche il capitolo 4 "Idrografia e bonifica idraulica" e la cartografia di Tav. 5.

<sup>9</sup> Vedi anche il capitolo 1 "Microrilievo" e la cartografia di Tav. 1.

<sup>10</sup> Vedi anche i capitoli 11 "Climatologia" e 18 "Rischio idraulico" e la cartografia di Tav. 16.





Fig. 6.4 - Suoli allagati per eventi meteorici intensi.

e di laminazione dei terreni. La risposta idrologica del territorio antropizzato agli eventi estremi è disastrosa in termini di maggiore quantità d'acqua riversata nella rete scolante, che mette in crisi tutto un sistema di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali non più sufficiente a impedire allagamenti e ristagni e che esige costosi adeguamenti e potenziamenti: quasi tutta la rete di scolo appare ormai obsoleta e abbisogna di importanti interventi per recuperare la capacità d'invaso persa a causa del consumo di suolo.

Altre problematiche ambientali sono collegate all'attività agricola; già nel passato si è avuta la trasformazione, per motivi economici, delle *sistemazioni agrarie* dei campi che sono passate dall'essere "a cavino" (con la parte centrale più elevata, al riparo dalla sommersione delle acque meteoriche rispetto alle estremità longitudinali) alla sistemazione "alla ferrarese" (con debole pendenza uniforme e scoline a distanze prefissate, generalmente 28 m) e, in tempi più recenti, ai drenaggi tubolari sotterranei, con il passaggio dai campi chiusi a quelli aperti e la conseguente modifica del paesaggio delle campagne. E' da evidenziare che interventi così significativi come la posa dei tubi drenanti provocano, soprattutto se non adeguatamente eseguiti, un'alterazione profonda della sequenza degli orizzonti tipica del suolo naturale, inducendo una trasformazione duratura sull'intero ecosistema terrestre.

Di ancora maggior impatto sulla componente suolo risulta la pratica delle *migliorie fondiari*<sup>11</sup>, consistente in imponenti lavori di sterro e riporto del materiale di scavo in aree agricole che possono stravolgere l'ori-

ginaria stratigrafia naturale dei luoghi. Per il loro forte impatto sul territorio (ancor più grave quando avvengono in territori già posti naturalmente sotto il livello marino), soprattutto quando vengono utilizzati materiali di risulta da attività produttive seppure connesse al settore primario, queste migliorie dovrebbero essere approvate e monitorate con maggior attenzione, sempre comunque con l'obiettivo di incrementare a medio-lungo termine la produttività agricola e non trattandole alla stregua di un'attività di smaltimento/recupero o di cava. Le migliorie fondiari sono essenzialmente concentrate nella parte meridionale della provincia, e hanno reso alcuni ambiti irriconoscibili rispetto a pochi anni addietro (Fig. 6.5).

Non è inoltre da sottovalutare l'effetto negativo sulla fertilità del suolo che può derivare da un utilizzo scorretto degli effluenti di allevamento e dei fanghi di depurazione; l'utilizzo di materiali di scarsa qualità (con elevate concentrazioni di inquinanti) o di quantità sproporzionate alle reali esigenze della coltura può essere la causa di permanenti alterazioni delle caratteristiche del suolo.

Da ultimo, ma non per importanza, è il problema dell'inquinamento dei suoli, del sottosuolo e delle acque sotterranee. L'intensa attività estrattiva che ha prodotto prima del 1975 (data della prima regolamentazione regionale sull'attività estrattiva) decine e decine di cave a fossa, dove veniva estratta principalmente argilla per la produzione di laterizi, indispen-

<sup>11</sup> Vedi anche i capitoli 5 "Banche dati" e 15 "Georisorse" e la cartografia di Tav. 14.



Fig. 6.5 - Abbassamento del piano di campagna di circa 1,5 m nell'ambito di una miglioria fondiaria.

sabili per sostenere il boom edificatorio verificatosi tra gli anni '50 e '70 del secolo scorso, ha determinato i presupposti per lo sviluppo di quasi altrettante discariche incontrollate di rifiuti urbani e industriali più o meno pericolosi (almeno fino all'entrata in vigore della prima norma regionale in materia nel 1980). Tale situazione è sicuramente più concentrata nell'area di Marghera, dove fin dai primi anni '50 si sono sviluppati i centri urbani di Marghera e Malcontenta associati alla nascita del polo chimico, e dove le fosse di cava venivano riempite dai rifiuti industriali di ogni tipo. Qui con D.M. n° 471 del 25.10.1999 è stato istituito il Sito di bonifica di Interesse Nazionale di Porto Marghera, dove le attività di caratterizzazione, di messa in sicurezza e di bonifica dei suoli e delle acque sotterranee rappresentano la condizione indispensabile per ogni tipo di intervento e trasformazione del territorio.

## 6.2. METODOLOGIA DELL'INDAGINE

La carta dei suoli della provincia di Venezia è stata realizzata in un tempo piuttosto lungo, a partire dalle informazioni raccolte nei primi lavori di Alvise Comel e della Provincia negli anni '80-'90, e seguendo le metodologie del rilevamento pedologico utilizzate a livello internazionale e nazionale.

La realizzazione di una cartografia dei suoli è un'attività complessa che si articola in diverse fasi che si svolgono parte in ufficio e parte in campagna e che possono essere riassunte nei seguenti punti:

- studio preliminare;
- rilevamento di campagna;
- analisi di laboratorio;
- elaborazione dati e stesura della cartografia;
- archiviazione nella banca dati dei suoli;
- armonizzazione e correlazione.

### 6.2.1. Studio preliminare

Questa prima fase di lavoro è stata necessaria per raccogliere tutte le informazioni utili a comprendere gli aspetti del territorio che possono aver influenzato la formazione dei suoli e i processi pedogenetici. Il principale strumento utilizzato è stato lo **studio geomorfologico**, basato sulla Carta Geomorfologica (BONDESAN *et al.*, 2004)<sup>12</sup> e ha consentito la realizzazione della **carta delle unità di paesaggio**. Queste possono essere definite come aree omogenee per morfologia, tipologia ed età dei sedimenti e quindi con elevata probabilità anche per tipologie di suoli presenti. Importanti informazioni sono state otte-

<sup>12</sup> Vedi anche il capitolo 7 "Geomorfologia" e la cartografia di Tav. 9.



nute dall'incrocio dei dati ricavati dal telerilevamento (analisi di foto aeree, ortofoto e immagini satellitari), dall'analisi del microrilievo<sup>13</sup> con isoipse spaziate di 0,5 m fino a +5 m s.l.m., e poi ogni metro per quote superiori, e dalla cartografia storica<sup>14</sup>; il confronto tra queste informazioni e i dati di campagna (trivellate e profili pedologici) ha consentito di validare i limiti delle unità di paesaggio.

Dalla definizione delle unità di paesaggio sono stati ricavati dei **modelli suolo-paesaggio** che rendono evidenti le relazioni tra i fattori pedogenetici e il suolo.

### 6.2.2. Rilevamento di campagna

Le ipotesi riguardo alle relazioni tra suolo e paesaggio sono state verificate in campagna attraverso l'esecuzione di osservazioni che nell'ambiente di pianura sono principalmente di due tipi: profili e trivellate<sup>15</sup>. Il **profilo** (Fig. 6.6) consiste nello scavo, con un mezzo meccanico, di una trincea profonda circa 1,5 m, che mette a nudo la sezione di suolo permettendo la descrizione di tutte le caratteristiche del suolo su campioni indisturbati; la sezione viene suddivisa in più strati, omogenei per una o più caratteristiche, gli orizzonti, che sono descritti e campionati per l'esecuzione delle analisi di laboratorio. La **trivellata** si basa sull'estrazione di carote di terreno con trivella manuale, di tipo olandese, fino a circa 1,2 m di profondità; in questo caso soltanto alcune caratteristiche del suolo possono essere descritte, ma esse sono sufficienti ad avere una sintetica descrizione del tipo di suolo presente ed eventualmente a ricollegarlo a dei suoli già descritti in modo più approfondito.

Per ogni area rilevata è stata realizzata una prima campagna di trivellate, distribuite sulla base delle unità di paesaggio, che ha permesso di fare un primo elenco dei suoli presenti; è poi seguita una prima campagna di profili per la caratterizzazione dei suoli rappresentativi e, successivamente, una seconda campagna di trivellate per valutare l'effettiva diffusione dei suoli descritti ed eventualmente correggere i limiti delle delineazioni; infine, è stata eseguita una



Fig. 6.6 - Scavo di un profilo di suolo con miniescavatore.

seconda campagna di profili per descrivere eventuali suoli non individuati nella prima campagna.

Complessivamente sono state utilizzate 7192 osservazioni (6426 trivellate e 764 profili), di cui 1613 derivanti dal rilevamento del DOC Piave, 105 dal rilevamento DOC Lison Pramaggiore, 2624 dal rilevamento del bacino scolante in laguna di Venezia e 178 da altri rilevamenti; le restanti 2672 osservazioni sono state effettuate appositamente per il completamento della cartografia. La densità finale è stata di 3,8 osservazioni per km<sup>2</sup> (pari a 1 osservazione ogni 26,5 ha), adeguata per la realizzazione di una carta in scala 1:50.000 secondo gli standard internazionali della FAO.

### 6.2.3. Analisi di laboratorio

Le analisi sono state eseguite per la maggior parte, 2460 campioni sul totale di 3071, presso il laboratorio ARPAV di Castelfranco Veneto, accreditato SINAL al n° 0050 nel periodo di esecuzione dei rilievi, le restanti presso laboratori privati.

Le determinazioni effettuate e il relativo metodo analitico sono riportate nella Tab. 6.1.

Come si rileva dalla tabella, per la determinazione della Capacità di Scambio Cationico e delle basi scambiabili sono stati utilizzati metodi che prevedono l'estrazione con soluzione di bario cloruro tamponato a pH 8,1, maggiormente adatti per campioni a reazione basica, come di fatto è la maggior parte dei suoli dell'area di studio. I pochi campioni a reazione acida, presenti solo nei suoli della pianura alluvionale dell'Adige, caratterizzati dalla presenza di torbe, sono stati analizzati con gli stessi metodi, per omogeneità; da ciò risulta una sovrastima nel tasso di saturazione in basi, di cui si è tenuto presente in fase di elaborazione dei dati.

### 6.2.4. Elaborazione dati e stesura della cartografia

Il lavoro di elaborazione dei dati si è svolto in stretto collegamento con quello di campagna: man mano che sono state eseguite le osservazioni esse sono state utilizzate per costruire i modelli suolo-paesaggio e per tracciare i primi limiti della carta dei suoli, a partire da quelli delle unità di paesaggio; l'elaborazione dei dati è servita a sua volta a guidare il rilevamento in campagna stabilendo dove eseguire ulteriori osservazioni, in modo mirato.

Una volta individuati e chiariti i modelli suolo-paesaggio, sono state definite le **Unità Tipologiche di Suolo** (UTS), delle entità distinte all'interno del *continuum* dei suoli, omogenee per fattori pedogenetici (tipo e origine del materiale di partenza, morfologia ecc.), per processi di formazione del suolo (es. decarbonatazione superficiale e accumulo di carbonati in profondità) e per caratteri funzionali (drenaggio, tessi-

<sup>13</sup> Vedi anche il capitolo 1 "Microrilievo" e la cartografia di Tav. 1.

<sup>14</sup> Vedi anche il capitolo 2 "Profilo storico" e le cartografie delle Tavv. 2-3.

<sup>15</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la cartografia di Tav. 6.

DETERMINAZIONE	METODO	RIFERIMENTO
pH in acqua	metodo potenziometrico con rapporto suolo-acqua 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
pH in KCl	metodo potenziometrico con rapporto suolo-soluzione di KCl 1N 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
Granulometria	per sedimentazione previa dispersione in sodio esametafosfato; frazionamento in sabbia (da 2 a 0,05 mm), limo (da 0,05 a 0,002 mm) e argilla (<0,002 mm). Sui campioni con sabbia > 20% e < 50% è stato eseguito un ulteriore frazionamento delle sabbie (per setacciatura) per la determinazione della sabbia molto fine (0,05-0,1 mm)	DM 13.9.99 Met. II.5
Calcare totale	metodo gasvolumetrico	DM 13.9.99 Met. V.1
Calcare attivo	estrazione con ammonio ossalato e successiva titolazione con permanganato	DM 13.9.99 Met. V.2
Carbonio organico	metodo di Walkley-Black: ossidazione con potassio dicromato e analisi in automatico con spettrofotometro UV/VIS	UNICHIM M.U. 775/88
Fosforo assimilabile	metodo ISO: estrazione con bicarbonato sodico e determinazione tramite spettrofotometro UV/VIS	ISO 11263
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	estrazione con bario cloruro e determinazione mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico	DM 13.9.99 Met. XIII.5
Capacità di Scambio Cationico	estrazione con bario cloruro + TEA a pH 8,1	DM 13.9.99 Met. XIII.2
Conducibilità elettrica	determinazione in estratto acquoso con rapporto suolo-acqua 1:2,5 o 1:2	DM 13.9.99 Met. IV.1

Tab. 6.1 - Determinazioni analitiche, metodi utilizzati e relativo riferimento.

tura superficiale, salinità ecc.). Per ogni UTS è stato individuato un profilo di riferimento che rappresenta il più possibile le caratteristiche distintive dell'unità; all'UTS sono state ricondotte altre osservazioni (profili e trivellate) con uno specifico grado di ricollegamento (1 = osservazione tipica; 2 = osservazione rappresentativa; 3 = osservazione correlata; 4 = osservazione esterna; 5 = osservazione con legame doppio e parziale); le informazioni provenienti dalle osservazioni ricollegate sono state utilizzate per la descrizione dell'UTS dove vengono riportate le caratteristiche chimico-fisiche e funzionali, indicandone la variabilità, e fornite informazioni sulle qualità specifiche e sulle problematiche gestionali.

Sulla base delle osservazioni sono stati rivisti i limiti delle unità di paesaggio e sono state definite le **unità cartografiche** della carta dei suoli. Anche per ciascuna unità cartografica sono state registrate le informazioni relative alle unità tipologiche presenti, con la loro frequenza relativa e il modello di distribuzione, oltre a informazioni generali sull'ambiente, la morfologia, il materiale parentale, il substrato, l'uso del suolo ecc.

Le caratteristiche di unità cartografiche e tipologiche sono state riportate in forma sintetica nella **legenda** che accompagna la carta dei suoli.

#### 6.2.5. Archiviazione nella banca dati dei suoli

I dati relativi a osservazioni, unità tipologiche e unità cartografiche sono stati archiviati sia nella banca dati dei suoli del Veneto (ARPAV, 2005) che in quella della Provincia di Venezia (esse sono infatti collegate tra loro in base a quanto stabilito con apposito Protocollo d'intesa). La disponibilità di una banca dati informa-

tizzata e georeferenziata facilita numerose operazioni altrimenti ingestibili a causa della numerosità dei dati e della complessità delle procedure di elaborazione.

##### 6.2.5.1. La banca dati dei suoli del Veneto

La banca dati utilizza un database relazionale gestito tramite il software MS Access; attraverso sistemi di interrogazioni (*query*) è possibile filtrare le informazioni necessarie per determinate valutazioni (es. selezione di tutti i profili riconducibili ad un'unità tipologica di suolo) o calcolare parametri per il suolo nel suo insieme o per singolo orizzonte. Attraverso la compilazione di moduli (in linguaggio di programmazione *MS Visual Basic*), inoltre, è possibile gestire calcoli più complessi come ad esempio il calcolo dell'AWC (*Available Water Capacity*, Riserva Idrica Disponibile) a profondità prefissate, per mezzo di pedofunzioni che utilizzano alcune informazioni estratte dalla tabella orizzonti (tessitura, contenuto di sostanza organica, contenuto in scheletro ecc.). Attraverso l'uso di moduli è anche possibile ottenere dei *report* che, attraverso tabelle di decodifica, trasformano i codici inseriti nella banca dati in schede descrittive di profili, unità tipologiche di suolo e unità cartografiche, corredate da analisi di laboratorio e fotografie.

##### 6.2.5.1.1. Archivio delle osservazioni

Le informazioni archiviate sono organizzate in tabelle i cui campi sono uniti attraverso una chiave primaria univoca (Fig. 6.7). Le tabelle principali sono:

- tabella SITO: raggruppa caratteri dell'ambiente quali l'uso del suolo, la morfometria, gli aspetti superficiali, la profondità della falda ecc., e caratteri

generali del suolo, come il drenaggio, la permeabilità, il deflusso superficiale ecc.;

- tabella CLASSIFICAZIONE: è possibile per ogni osservazione archiviare la classificazione secondo i due sistemi maggiormente in uso a livello internazionale: il World Reference Base for Soil Resources (FAO, 2006) e la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 2006), riportando anche la versione utilizzata, in modo da conservare lo storico (classificazioni sulla base di versioni precedenti all'attuale);
- tabella ORIZZONTI (minerali ed organici): per ogni orizzonte minerale di ogni profilo sono archiviate informazioni raccolte in campagna quali: spessore, colori, struttura, effervescenza all'HCl, figure pedogenetiche, granulometria, ecc. Per gli orizzonti organici di superficie sono raccolti i dati utili alla determinazione della forma di humus (struttura, tipo e quantità di deiezioni presenti, pH di campagna ecc.);
- tabelle ANALISI: i risultati delle analisi sono suddivisi in una tabella che riporta il set standard delle determinazioni (tessitura, pH in acqua, capacità di scambio cationico, basi di scambio, carbonio organico, carbonati totali e calcare attivo) e in altre che raccolgono le determinazioni di parametri ritenuti utili solo in alcuni casi specifici (metalli pesanti, Al e Fe in ossalato, salinità ecc.) o le misure di parametri fisici (densità apparente, valori della curva pF, conducibilità idrica satura ecc.);
- tabella RICOLLEGAMENTO all'UTS: permette di definire, per ogni osservazione, il riferimento a una o più unità tipologiche di suolo. E' la tabella di legame tra l'archivio delle osservazioni e quello delle unità tipologiche di suolo.

#### 6.2.5.1.2. Archivio delle unità tipologiche di suolo

Le informazioni sulle unità tipologiche di suolo sono anch'esse organizzate in tabelle nelle quali sono raggruppati elementi relativi all'ambiente, al suolo e ad aspetti funzionali. Le principali tabelle sono:

- tabella AMBIENTE: raccoglie informazioni riguardanti la morfometria (quota, pendenza, esposizione), la morfologia, il materiale parentale, l'uso del suolo prevalente ecc.;
- tabella SUOLO: è legata con una relazione di tipo "uno a uno" alla tabella AMBIENTE e archivia i valori modali e gli intervalli di variabilità delle principali caratteristiche del suolo (profondità utile alle radici, profondità e tipo di limiti alla radicabilità, profondità della falda, drenaggio, pietrosità e rocciosità superficiali, regime termico e idrico, sequenza degli orizzonti ecc.). Molti di questi caratteri sono espressi anche in classi;
- tabella CLASSIFICAZIONE: archivia la classificazione in cui ricade l'unità tipologica, secondo i sistemi di classificazione World Reference Base for Soil Resources e Soil Taxonomy, come già visto per gli archivi delle osservazioni;
- tabella ORIZZONTI: raccoglie i valori modali, minimi e massimi e spesso anche il valore della classe, delle caratteristiche dei principali orizzonti dell'unità tipologica di suolo (spessore, colori, tessitura, carbonati totali, reazione, granulometria ecc.).

Ulteriori tabelle raccolgono le informazioni necessarie alla valutazione di aspetti funzionali, quali la capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee, i problemi nutrizionali specifici o la relazione nel paesaggio con altre unità tipologiche di suolo.

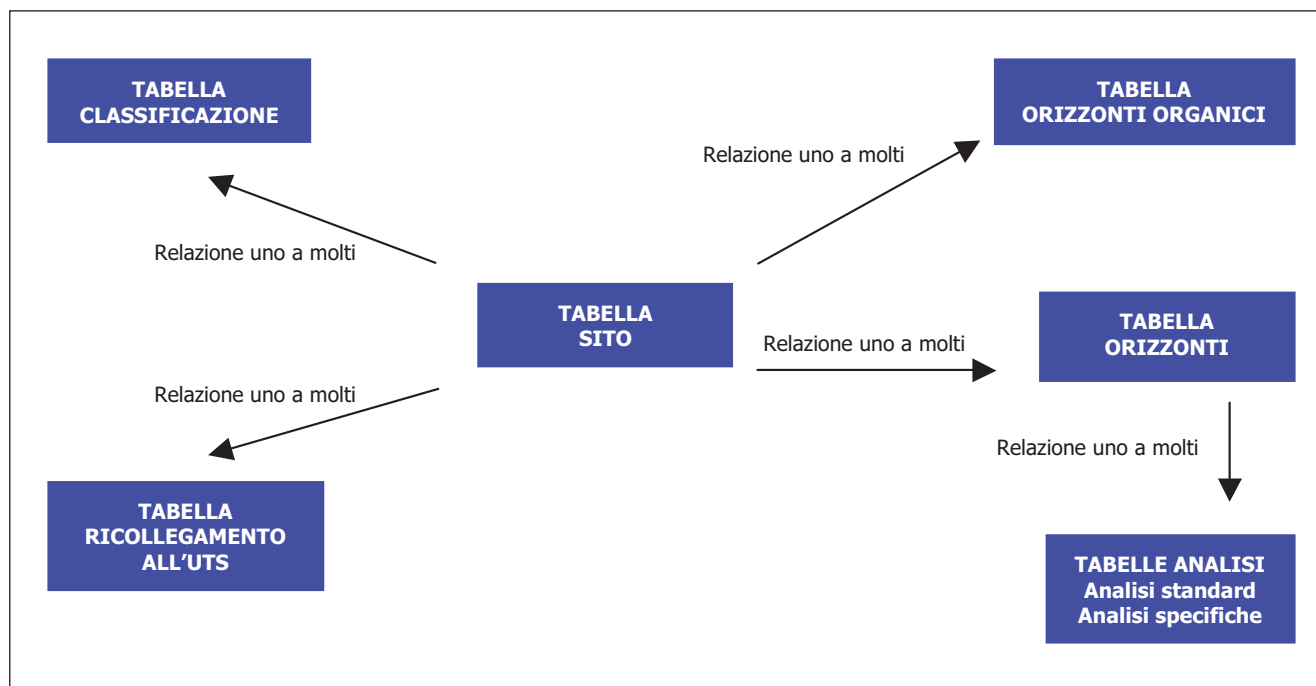


Fig. 6.7 - Schema delle relazioni tra le tabelle dell'archivio delle osservazioni (ARPAV, 2005).



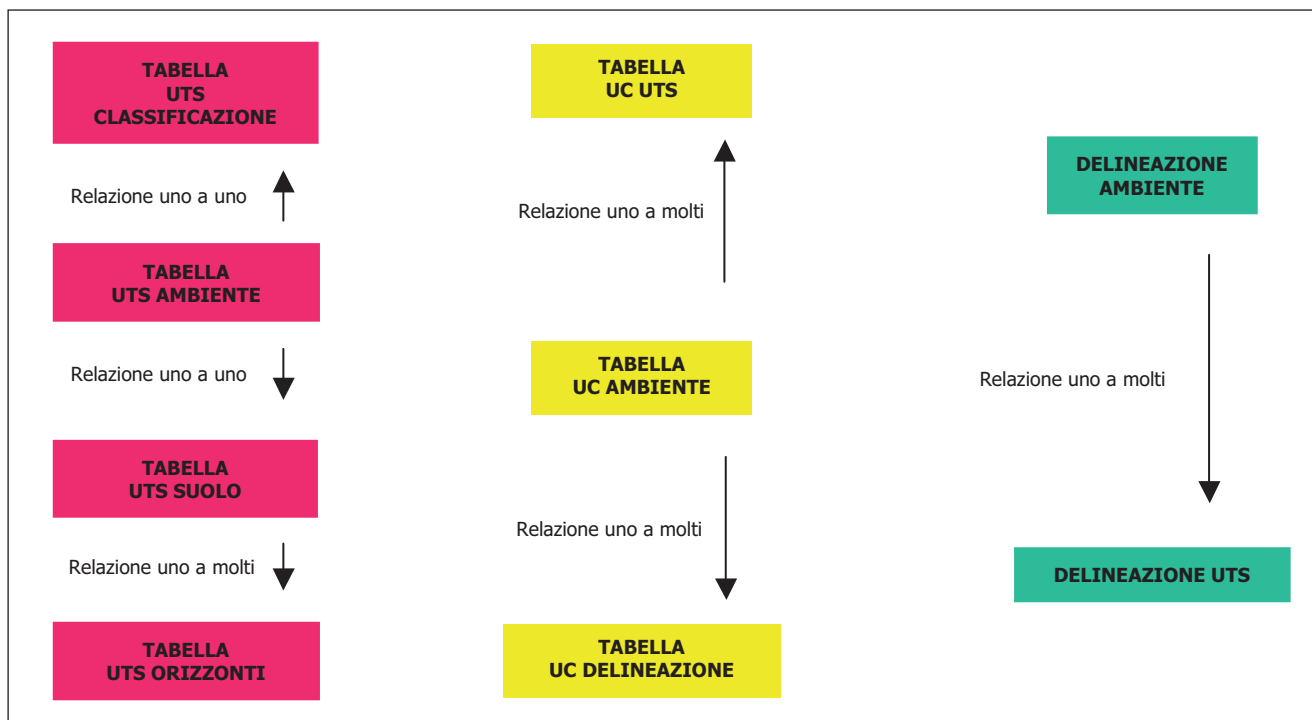


Fig. 6.8 - Schema delle relazioni tra le tabelle dell'archivio delle unità tipologiche di suolo (UTS in rosso), delle unità cartografiche (UC in giallo) e delle delimitazioni (in verde) (ARPAV, 2005).

#### 6.2.5.1.3. Archivio delle delimitazioni e delle unità cartografiche

Gli archivi delle singole delimitazioni della carta dei suoli e delle unità cartografiche presentano una struttura analoga. In entrambi i casi, infatti, si tratta di poligoni ai quali sono associati dati sulle caratteristiche ambientali generali (superficie, morfometria, uso del suolo, morfologia, geologia, clima, presenza di fenomeni erosivi ecc.) e sulle unità tipologiche di suolo individuabili in tali ambienti. A un'unità cartografica sono ricollegate una o più delimitazioni. Per ogni unità cartografica è compilata una tabella (tabella UC UTS) che elenca le unità tipologiche di suolo presenti al suo interno, ne quantifica la percentuale di copertura e ne descrive la localizzazione e distribuzione (Fig. 6.8).

#### 6.2.5.2. La banca dati provinciale<sup>16</sup>

Al fine di organizzare e aggiornare nel tempo i dati pedologici acquisiti, la Provincia di Venezia ha organizzato una specifica banca dati che contiene i dati inizialmente raccolti solo su supporto cartaceo, successivamente trasferiti anche su supporto informatico. Ciò facilita l'archiviazione e la gestione dei dati per i propri fini e permette la divulgazione dei dati all'esterno (spesso richiesti da altri enti pubblici per scopi istituzionali e/o di ricerca).

In seguito, per facilitare lo scambio delle informazioni tra un Ente e l'altro, la Provincia ha modificato il sistema di archiviazione informatico al fine di renderlo compatibile con quello presente presso gli altri enti preposti a studi pedologici, ARPAV *in primis*. Ciò ha ovviamente permesso di snellire e facilitare le modalità di scambio dei dati tra un ente e l'altro.

La banca dati provinciale comprende 8433 osservazioni suddivise in trivellate e profili. Non tutte queste osservazioni sono state utilizzate per il presente lavoro e non tutte sono di esclusiva proprietà provinciale.

Per questo studio, la Provincia di Venezia, tramite il Servizio Geologico e Difesa del Suolo, ha da sempre cercato e favorito la collaborazione con altri Enti, Istituzioni, privati, per aumentare le conoscenze del proprio territorio. In certi casi questo ha per contro generato la non omogeneità dei dati ricavati e, come per il presente lavoro, la necessità di omogeneizzare i dati di partenza secondo criteri ben definiti. Infatti la finalità dell'Amministrazione è possedere il maggior numero di informazioni possibili relativi al territorio provinciale da poter utilizzare di volta in volta per i propri scopi istituzionali, anche se magari non *in toto*. Per mantenere la memoria storica e per permettere i controlli che negli anni sono stati eseguiti sui dati inseriti nella banca dati, la Provincia ha deciso di archiviare e mantenere aggiornato anche l'archivio cartaceo originale, collegato a quello informatico.

#### 6.2.6. Armonizzazione e correlazione

Poiché il rilevamento del territorio provinciale è stato realizzato in tempi diversi e da più squadre di rilevatori, si è reso necessario un lavoro di armonizzazione e correlazione tra le varie aree rilevate. In alcune di esse, come la parte meridionale della provincia e l'area DOC di Lison Pramaggiore, la cartografia

<sup>16</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati" e la cartografia di Tav. 6.

realizzata è stata rivista profondamente poiché lo studio preliminare era stato fatto con metodologie diverse rispetto a quelle sopra descritte; per queste aree sono state comunque utilizzate le osservazioni pedologiche disponibili e, dove necessario, ne sono state realizzate delle altre. Anche l'area DOC del Piave (rilevata a un dettaglio maggiore) è stata rielaborata per uniformare i criteri di individuazione delle unità cartografiche e delle unità tipologiche al resto del territorio.

Un consistente lavoro di correlazione è stato fatto per permettere l'unione con la cartografia della contigua provincia di Treviso, realizzata da ARPAV in parallelo, e con il territorio del bacino scolante, in buona parte compreso nella provincia di Venezia e per il quale vi era già stata la collaborazione tra ARPAV e Provincia di Venezia.

### 6.3. I SUOLI DEL TERRITORIO PROVINCIALE

#### 6.3.1. Formazione dei suoli

Le caratteristiche e le proprietà dei suoli di pianura dipendono principalmente dalla composizione del materiale di partenza (i sedimenti dei fiumi dai quali si sono formati) e da come questo materiale si è depositato per azione degli stessi corsi d'acqua; dipendono inoltre dal tempo che i processi pedogenetici hanno avuto a disposizione per trasformare quel materiale, dal clima (precipitazioni, temperatura, umidità, presenza di falda ecc.) che può aver influenzato i processi e infine dalle attività dell'uomo e degli altri organismi viventi che possono aver apportato delle modificazioni.

All'interno dell'area di studio i principali processi che hanno determinato la formazione dei suoli sono l'alterazione dei materiali di partenza, la migrazione dei carbonati in profondità (decarbonatazione), la mobilitazione dei composti del ferro e del manganese per ossidoriduzione (GIORDANO, 1999).

L'**alterazione** del materiale di partenza avviene mediante processi fisici e chimici. I processi fisici consistono nello spostamento di particelle a opera di animali terricoli, gelo e radici, distruggono la struttura originaria del materiale di partenza e agevolano la tendenza dei costituenti minerali a riunirsi in aggregati strutturali; i processi chimici portano alla formazione di nuovi minerali (argilla di neogenesi e sesquiossidi di ferro e manganese) e sono molto attivi negli ambienti temperati umidi.

La **decarbonatazione** avviene per opera dell'acqua che scorre nel suolo; questa solubilizza parzialmente i carbonati di calcio e magnesio presenti, li trasporta in profondità dove possono essere allontanati o, in condizioni particolari, possono precipitare come concentrazioni soffici e/o concrezioni.

La **mobilitazione dei composti del ferro e del manganese** richiede la presenza nel suolo di condizioni riducenti, che si creano quando la difficoltà a

smaltire le acque in eccesso nel suolo persiste per un tempo sufficientemente lungo da consumare l'ossigeno presente. Successivamente questi composti, riossidati, precipitano formando, nel caso del ferro, screziature di colore bruno rossastro, in corrispondenza delle zone di arricchimento, e grigio, dove vi è impoverimento di ferro o presenza di ferro in forma ridotta. Nel caso del manganese, invece, si formano concrezioni di colore nerastro. L'alternanza di condizioni ossidanti e riducenti è dovuta alla fluttuazione stagionale della falda e alla difficoltà dei suoli ad allontanare le acque in eccesso. Il processo può manifestarsi con diversa intensità ed evidenza in base al tempo che i fenomeni hanno avuto per svilupparsi, ai fattori che determinano la permeabilità del suolo (granulometria, porosità e struttura) e alla profondità d'oscillazione della falda.

Quando le condizioni riducenti create dal ristagno idrico, per effetto della presenza di falda superficiale o della presenza di orizzonti poco permeabili, perdurano, gli orizzonti possono assumere colorazioni grigiastre (**gleificazione**). Nelle stesse condizioni di saturazione di acqua la mineralizzazione della sostanza organica viene rallentata o impedita causandone l'accumulo negli orizzonti superficiali, che risultano quindi di colore scuro (Fig. 6.9).



Fig. 6.9 - Suolo ad elevato contenuto di sostanza organica in superficie e con colori grigi in profondità per la presenza di falda.

### 6.3.2. Suoli e paesaggio

Nell'elaborazione della carta dei suoli, rappresentata nella cartografia di Tav. 8 in scala 1:100.000, i diversi ambienti sono stati distinti seguendo una scala gerarchica: una prima suddivisione è stata fatta distinguendo i "distretti" in base ai bacini fluviali di appartenenza (es. pianura alluvionale del fiume Piave). Il livello successivo, le "sovraunità di paesaggio", suddivide gli ambienti in base all'età di formazione e al grado di decarbonatazione e/o evoluzione dei suoli che ne

deriva (es. bassa pianura antica del fiume Piave, con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi). Nella "unità di paesaggio" viene fatta una ulteriore suddivisione in base alle forme delle superfici (es. dossi, depressioni ecc.).

Si riporta di seguito un inquadramento generale dei suoli a livello di sovraunità di paesaggio, con i suoli considerati più caratteristici e la loro classificazione secondo la Soil Taxonomy USDA (SOIL SURVEY STAFF, 2006) seguita dalla classificazione WRB (FAO, 2006).

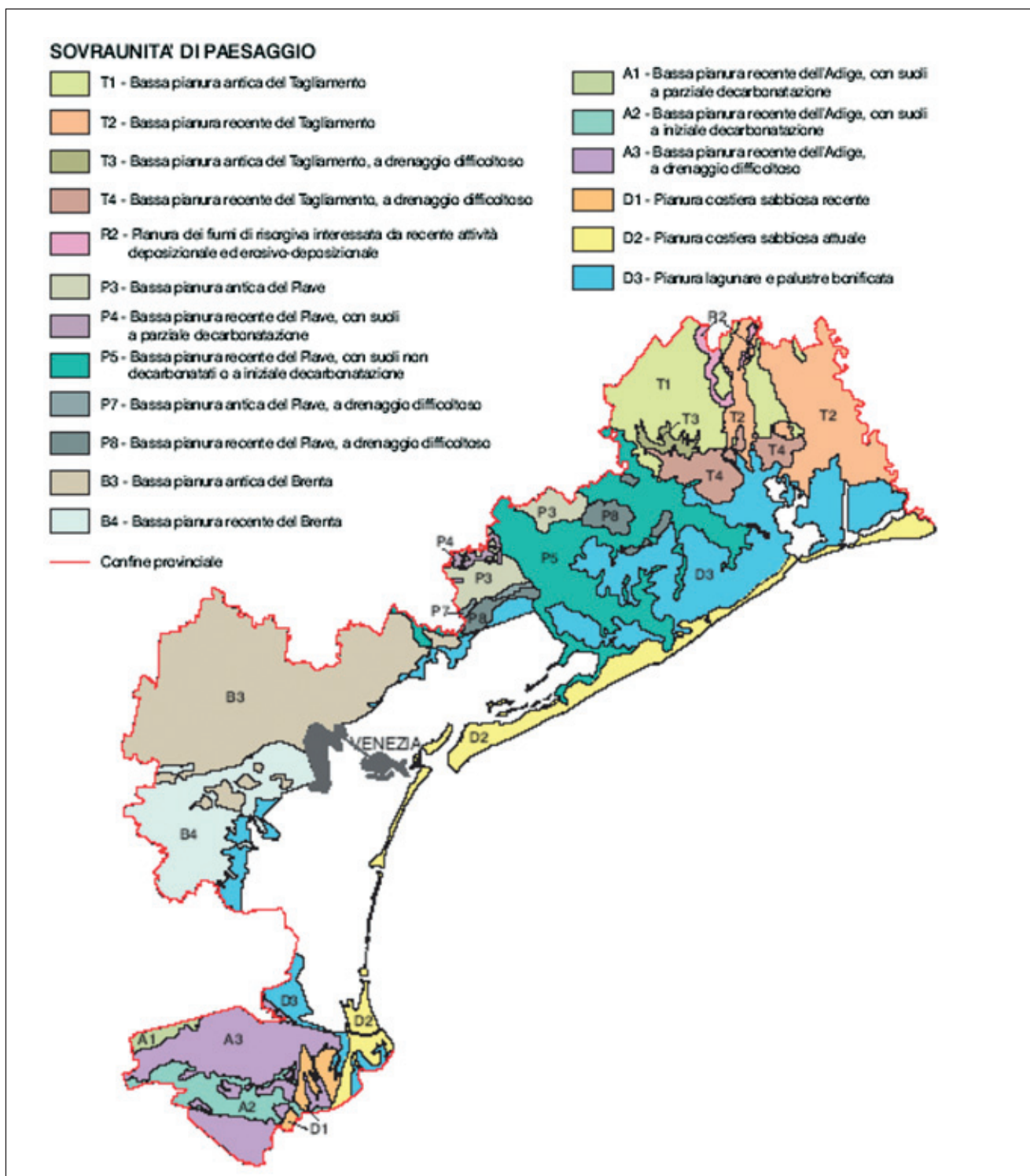


Fig. 6.10 - Sovraunità di paesaggio del territorio provinciale (fonte ARPAV).



Una descrizione più approfondita si trova nel volume "I suoli della provincia di Venezia" nel capitolo relativo alla carta dei suoli (cap. 5).

La parte settentrionale dell'area studiata, compresa tra Livenza e Tagliamento, è occupata dalla pianura alluvionale del fiume **Tagliamento** (Fig. 6.10). I sedimenti sono estremamente calcarei, con un contenuto in carbonati intorno al 60%. All'interno di questa superficie si può distinguere una parte più antica (sovrunità T1 e T3), a ovest, con suoli decarbonatati ed evoluti, da una parte più recente, olocenica (sovrunità T2 e T4), con suoli soltanto a iniziale decarbonatazione. La parte più antica, formata da depositi del Tagliamento di età pleniglaciale (porzione distale del *megafan* del Tagliamento), si presenta come una superficie ondulata caratterizzata da depositi fini, argille e limi, nella quale si possono distinguere delle aree di dosso leggermente rilevate, a sedimenti più grossolani, sabbie e a volte ghiaie, e aree depresse a drenaggio difficoltoso localizzate per lo più nella parte distale. I suoli sviluppati su questa superficie antica hanno subito un'evoluzione spinta, con decarbonatazione degli orizzonti superficiali e accumulo dei carbonati in profondità in un orizzonte calcico (Bk) molto sviluppato. Nella pianura indifferenziata prevalgono suoli (Fig. 6.11) con orizzonte calcico, granulometria limoso fine o limoso grossolana e drenaggio mediocre (*Oxyaquic Eutrudepts fine silty; Endogleyic Calcisols*) oppure granulometria argilloso fine, drenaggio lento e tendenza a fessurare nella stagione estiva (*Aquertic Eutrudepts fine; Endogleyic Hypercalcic Calcisols*); quest'ultimi sono particolarmente frequenti nella parte meridionale. In corrispondenza dei dossi la granulometria è franco grossolana o franco fine, spesso con scheletro entro o alla base del profilo, soprattutto nelle aree più a nord; la tessitura non permette la formazione di orizzonte calcico e i carbonati vengono allontanati dal profilo, anche se non completamente (sono intorno al 10-20%) a causa dell'elevato contenuto iniziale.

Nella parte meridionale di questa pianura antica, morfologicamente depressa e un tempo occupata da paludi (sovrunità T3), il suolo è molto scuro in superficie per l'accumulo di sostanza organica quando la superficie era sommersa, ma presentano ancora un orizzonte calcico in profondità (*Aquic Cumulic Hapludolls fine loamy; Gleyic Phaeozems*).

Nella pianura recente (sovrunità T2), formata in diversi periodi dell'Olocene, i suoli, a moderata differenziazione del profilo, risultano soltanto parzialmente decarbonatati (*Oxyaquic Eutrudepts; Endogleyic Fluvic Cambisols (Hypercalcaric)*). Nelle aree di dosso i suoli sono a tessitura media, estremamente calcarei, con un orizzonte di alterazione (Bw); nelle parti sommitali dei dossi si trovano suoli a granulometria franco grossolana e drenaggio buono, mentre nei fianchi prevalgono suoli limoso grossolani a drenaggio mediocre. Nella superficie indifferenziata,



Fig. 6.11 - Suolo limoso fine della pianura antica del Tagliamento con decarbonatazione dell'orizzonte superficiale e formazione di orizzonte calcico in profondità; sono evidenti anche caratteri di idromorfia nel substrato evidenziati dal colore grigio e dalle screziature ocre.

di transizione tra i dossi e le depressioni, costituita prevalentemente da limi, i suoli si differenziano da quelli di dosso essenzialmente per le tessiture più fini (franco limoso argillose) e a volte per il debole accumulo di carbonato di calcio in profondità.

In corrispondenza delle depressioni i suoli, a tessitura fine e drenaggio lento, tendono a fessurare durante la stagione estiva e possono presentare orizzonti organici in profondità (*Aquertic Eutrudepts fine; Endogleyic Fluvic Vertic Cambisols*). Nelle aree palustri fluviali bonificate, come la palude di Alvisopoli, prevalgono invece suoli simili ai precedenti per tessiture e caratteri vertici, ma con caratteri di idromorfia più accentuati (*Vertic Fluvaquents fine; Haplic Gleysols*) e con accumulo di sostanza organica in profondità (*Fluvaquentic Endoaqupts fine; Thaptomollic Gleysols*).

In corrispondenza di antiche paludi costiere (Bonifica Loncon, Bonifica Sette Sorelle, area a sud di Concordia Sagittaria, sovrunità T4) le condizioni di sommersione per lunghi periodi hanno dato origine a suoli con orizzonti scuri, ricchi di sostanza organica (*Aquic Cumulic Hapludolls fine-silty; Molli-Endogleyic Fluvisols (Humic)*) e drenaggio lento o molto lento.

La pianura del Tagliamento è solcata da due incisioni, scavate dal fiume tra il tardiglaciale e le prime fasi dell'Olocene, attualmente percorse dai **fiumi di risorgiva** Lemene e Reghena, colmate dalle deposizioni recenti del Tagliamento e in parte degli stessi corsi d'acqua di risorgiva (sovraunità R2). Nelle incisioni questi hanno trasportato e depositato materiale già pedogenizzato al di sopra delle ghiaie del Tagliamento: i suoli (Fig. 6.12) che ne derivano, a moderata differenziazione del profilo, sono a tessitura media e via via più grossolana in profondità e a drenaggio buono. Nelle parti più incise si sono deposte le particelle più fini e il ristagno delle acque ha accumulato materiale organico con la formazione di suoli con orizzonti mollici e caratteri vertici (*Vertic Endoaquolls clayey over loamy-skeletal*; *Mollic Gleysols (Abruptic, Epiclayic)*).

La parte di pianura a ovest del Livenza è costituita dalla pianura alluvionale del fiume **Piave**. E' stata suddivisa in cinque sovraunità di paesaggio (P3, P4, P5, P7 e P8), in continuità con quanto descritto nella carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia e in quella della contigua provincia di Treviso<sup>17</sup>; si distinguono una parte più antica (sovra-



Fig. 6.12 - Suolo argilloso con orizzonte superficiale ricco di sostanza organica e ghiaia in profondità molto frequente nelle incisioni del Tagliamento occupate dai fiumi di risorgiva.

unità P3 e P7), pleistocenica, di limitata estensione, da una più recente, olocenica (sovraunità P4, P5 e P8). Nella prima, articolata in dossi, depressioni e superfici di transizione, i suoli presentano decarbonatazione degli orizzonti superficiali e rideposizione dei carbonati in profondità in un orizzonte calcico molto sviluppato. Particolarmente estese appaiono le aree depresse, facilmente riconoscibili nelle foto aeree e nell'immagine satellitare, dove i suoli sono argillosi, con caratteri vertici, per la presenza di argille espandibili, che si manifestano attraverso i fenomeni di rigonfiamento e contrazione delle argille (*Vertic Eutrudepts fine*; *Endogleyic Vertic Calcisols* e *Aeric Calciaquerts fine*; *Calcic Gleyic Vertisols*). Nelle superfici di transizione tra le depressioni e i dossi, i suoli formati su depositi alluvionali prevalentemente limosi hanno tessitura franco limoso argillosa e drenaggio mediocre e presentano un orizzonte calcico in profondità (*Oxyaquic Eutrudepts fine-silty*; *Endogleyic Hypercalcic Calcisols*). Le tessiture diventano ancora più grossolane in corrispondenza dei dossi (*Oxyaquic Eutrudepts fine-loamy*; *Haplic Calcisols*).

In modo analogo a quanto visto per il Tagliamento, nella pianura antica sono state distinte in una sovraunità separata (P7) alcune aree un tempo occupate da paludi e perciò contraddistinte da suoli con elevato contenuto di sostanza organica e orizzonti calcici in profondità (*Cumulic Vertic Endoaquolls very fine*; *Hypocalcic Gleyic Vertic Chernozems*).

Nella pianura olocenica si riconosce una piana di divagazione a meandri (sovraunità P4), limitata a una piccola area tra Meolo e Fossalta di Piave, di deposizione meno recente, in cui i suoli, a caratteristiche intermedie tra quelle dei suoli della bassa pianura antica e quelli di formazione più recente, sono a parziale decarbonatazione e con orizzonte calcico in profondità. Sono riconoscibili paleoalvei ad andamento sinuoso, con sedimenti fini in superficie che ricoprono le sabbie (*Aquic Eutrudepts fine silty*; *Endogleyic Calcisols*), e una piana fluviale a sedimenti limosi (*Oxyaquic Eutrudepts coarse-silty*; *Endogleyic Calcisols*).

La maggior parte della pianura del Piave nell'area rilevata è però per lo più di recente deposizione (sovraunità P5), come testimoniato dai suoli non decarbonatati o a iniziale decarbonatazione (*Oxyaquic Eutrudepts* o *Udifluvents*; *Hypercalcic Cambisols*). Molto estesi sono i dossi (dosso attuale del Piave, del Sile e del Livenza), a granulometria franco grossolana, a drenaggio buono, dove più espressi e nella parte sommitale, e mediocre nelle parti laterali e a quote più basse. Passando alle superfici di transizione e alle depressioni la granulometria si fa più fine e il drenaggio peggiore (mediocre e poi lento). Nella zona compresa tra San Donà di Piave e il Livenza si trovano alcune aree palustri bonificate (sovraunità

<sup>17</sup> Le sovraunità P1, P2 e P6, di alta pianura, non sono comprese nel territorio provinciale.



P8) con suoli a tessitura fine, drenaggio lento o molto lento e orizzonti di accumulo di sostanza organica (*Fluvaquentic Vertic Endoaquolls fine*; *Mollic Gleysols* (*Calcaric, Orthosiltic*)).

La parte centrale del territorio provinciale è occupata dalla pianura del **Brenta**, formata da depositi di questo fiume in parte di età pleniglaciale (fino all'attuale corso del Naviglio Brenta) e in parte di età olocenica e caratterizzati da un contenuto di carbonati del 30-40%. Come per Tagliamento e Sile, anche in questo caso la superficie può essere differenziata in aree di dosso, depressioni e aree di transizione alle quali si accompagnano differenze nella granulometria e nel drenaggio dei suoli.

La pianura antica (sovraunità B3<sup>18</sup>) è costituita dalla parte distale del conoide di Bassano dove le granulometrie sono più fini rispetto al territorio più a monte. In corrispondenza dei dossi si trovano suoli a tessitura grossolana, ma soltanto nelle parti centrali del dosso, dove la falda è più profonda, sono decarbonatati e ben drenati (*Dystric Eutrudepts coarse-loamy*; *Haplic Cambisols* (*Hypereutric*)). Nei fianchi dei dossi e nei dossi più prossimi alla laguna, la granulometria si fa più fine, il drenaggio diventa mediocre per la presenza di falda entro il profilo e spesso si ha la formazione di un orizzonte calcico in profondità. Queste condizioni sono accentuate nelle superfici di transizione dove dominano i limi fini e dove l'orizzonte calcico è sempre presente, a volte con notevoli spessori (*Oxyaquic Eutrudepts fine-silty*; *Endogleyic Calcisols* (*Orthosiltic*)). Le aree depresse, caratterizzate da suoli argillosi, con maggiori problemi di drenaggio (*Aquic Eutrudepts fine*; *Endogleyic Calcisols* (*Orthosiltic*)), sono particolarmente diffuse in prossimità della laguna.

A sud del Naviglio Brenta si estende la pianura formata dal Brenta nel corso dell'Olocene (sovraunità B4); i suoli sono soltanto parzialmente decarbonatati, a volte con la formazione di scarse concrezioni di carbonato di calcio in profondità. Le tessiture sono grossolane in corrispondenza dei dossi e medie (limoso grossolane o limoso fini) nella pianura indifferenziata dove il drenaggio è mediocre (*Oxyaquic Eutrudepts fine-silty* o *coarse-silty*; *Fluvic Cambisols*).

Nella parte meridionale della provincia la pianura si è formata dalle deposizioni di **Adige** e **Po** in età olocenica (Fig. 6.14). La maggior parte dell'area è posta a quote inferiori al livello del mare a causa della subsidenza ed è costituita da depressioni o da aree palustri fluviali di recente bonifica (sovraunità A3). I suoli si sono formati su depositi fini, spesso intercalati da materiale organico residuo della vegetazione palustre; le frequenti condizioni di saturazione idrica hanno dato origine a orizzonti scuri, ricchi di sostanza organica fin dalla superficie (*Cumulic Endoaquolls fine* o *Typic Sulfisaprists*; *Gleyic Paeozems* (*Pachic, Orthosiltic*) o *Sapric Histosols* (*Thionic*)) (Fig. 6.16).



Fig. 6.13 - Suolo di dosso della pianura olocenica dell'Adige, a granulometria franco grossolana (*Hypocalcic Calcisol*).

In prossimità del corso attuale dell'Adige (sovraunità A2) si trovano aree di dosso a tessitura grossolana o interessate da rotte fluviali (*Oxyaquic Haplustepts coarse-loamy* o *Ustipsamments coarse-loamy*; *Fluvic Cambisols* (*Calcaric*) o *Haplic Fluvisols* (*Calcaric, Arenic*)) e aree di transizione con le depressioni in cui prevalgono suoli con tessiture limose e a drenaggio mediocre (*Aquic* o *Oxyaquic Haplustepts fine silty* o *corse silty*; *Endogleyic Fluvic Cambisols*). E' compreso soltanto in parte un tratto di pianura meno recente (risalente all'Olocene superiore; sovraunità A1) con suoli moderatamente evoluti rispetto ai precedenti, a parziale decarbonatazione degli orizzonti superficiali e accumulo di carbonati negli orizzonti profondi (*Calcustepts* per la Soil Taxonomy e *Calcisols* per il WRB); buona parte della superficie è rappresentata da dossi antichi del fiume Adige a granulometria franco grossolana (*Typic Calcustepts coarse-loamy*; *Hypocalcic Calcisols*) (Fig. 6.13); tra i dossi si trovano superfici depresse interessate da rotte fluviali, dove accanto a suoli a tessitura fine e caratteri acquici (*Fluvaquentic Endoaquolls fine*; *Hypocalcic Gleysols*) si trovano suoli a tessitura grossolana.

<sup>18</sup> Le sovraunità B1 e B2, di alta pianura, non sono comprese nel territorio provinciale.





Fig. 6.14 - La parte meridionale della provincia nell'immagine satellitare appare di colore scuro e verdastro per l'elevato contenuto di sostanza organica (immagine LANDSAT 5TM del 1989, falso colore, bande 4,5 e 3).

Nelle aree al **marginale della laguna** (sovraunità D3), poste a quote inferiori al livello del mare, per lo più bonificate, si trovano suoli formati su sedimenti fluviali e in parte lagunari, a tessiture limoso fini o limoso grossolane, a drenaggio mediocre o lento (*Fluvaquentic* o *Oxyaquic Eutrudepts fine silty o coarse silty*; *Endogleyic Fluvis Cambisols*) e spesso con problemi di salinità in profondità. A parità di ambiente, andando da nord verso sud, i suoli si differenziano soprattutto per il contenuto di carbonati in relazione all'origine dei sedimenti (Tagliamento e Piave, Brenta, Adige).

Nelle **zone costiere** le dune (sovraunità D2) sono state in gran parte spianate dall'attività antropica e presentano per lo più suoli sabbiosi (Fig. 6.15) che non evidenziano orizzonti genetici (*Typic Ustipsamments*; *Haplic Arenosols*) e in corrispondenza delle aree meno rilevate suoli con caratteristiche acquiche (*Aquic Ustipsamments*; *Endogleyic Arenosols*) o a tessitura media e contenuto di carbonio organico moderato in superficie (*Oxyaquic Udorthents sandy, carbonatic*; *Calcari-Humic Regosols*). Anche in questa sovraunità di paesaggio i suoli si differenziano da nord a sud in base al contenuto di carbonati del materiale di partenza da cui hanno avuto origine.

A sud di Chioggia, in prossimità del canale Gorzone, sono comprese nel territorio provinciale due porzioni di



Fig. 6.15 - Suolo sabbioso di duna nell'area naturale di Bosco Nordio (*Protic Arenosols (Calcaric)*).

pianura costiera sabbiosa recente (D1), con il caratteristico alternarsi di dune sabbiose (*Typic Ustipsamments*; *Haplic Arenosols (Hypereutric)*) e di aree di interduna con suoli ricchi di sostanza organica e drenaggio mediocre (*Aquic Haplustepts sandy*; *Gleyic Phaeozems*), spesso decapitati dalle operazioni di spianamento. La decarbonatazione dei suoli testimonia la maggiore età di questi cordoni dunali rispetto ai precedenti (D2).



Fig. 6.16 - Paesaggio dei suoli torbosi (le cosiddette cuore) tipici dell'area di Cavarzere.

## 6.4. LA CARTA DEI SUOLI

### 6.4.1. Unità cartografiche

La carta dei suoli (Tav. 8 alla scala 1:100.000) rappresenta il documento di sintesi del rilevamento pedologico; essa permette di riconoscere nel territorio delle aree (le **unità cartografiche**) omogenee per i suoli presenti al loro interno. Nella provincia di Venezia ne sono state distinte 102, ottenute dall'aggregazione di 363 delineazioni (o poligoni).

I diversi tipi di suolo identificati, le **unità tipologiche di suolo** (UTS), sono distribuiti nelle varie unità cartografiche in numero variabile da uno a due. Nel territorio provinciale ne sono state descritte 104. In base alla distribuzione dei suoli si possono distinguere tre tipologie di unità cartografiche: *consociazioni*, *complessi* e *associazioni*.

Nella *consociazione* predomina un solo tipo di suolo che rappresenta almeno il 50% dei suoli presenti; le altre componenti sono suoli simili al suolo dominante per caratteristiche e risposta all'utilizzazione. Sono ammesse inclusioni di suoli dissimili al massimo del 15% se sono limitanti, del 25% se non sono limitanti. Nel *complesso* e nell'*associazione* i suoli dominanti sono due o più tipi diversi, ma non si è in grado o non si ritiene conveniente separarli; mentre nel complesso essi non sono cartografabili separatamente alla scala 1:25.000, ciò sarebbe possibile nell'associazione. Le percentuali ammesse di suoli dissimili sono le stesse descritte per la consociazione.

La sigla dell'unità cartografica è formata dalle sigle delle unità tipologiche di suolo presenti. La sigla delle UTS è composta da tre lettere che richiamano il nome della località tipica (es. suolo Annone Veneto: ANN) e da un numero che individua la fase; il numero 1 individua la fase tipica, le fasi successive sono numerate in ordine progressivo.

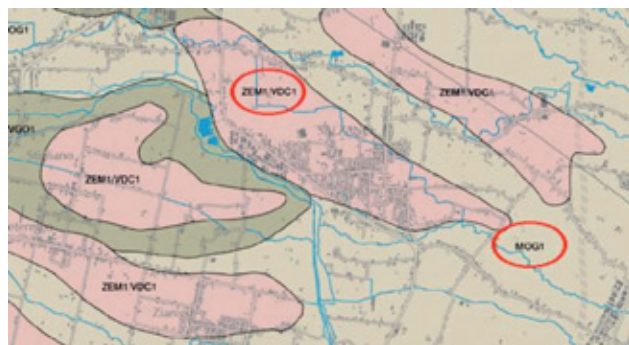


Fig. 6.17 - Le unità cartografiche di una carta pedologica possono comprendere una (es. MOG1) o più (es. ZEM1/VDC1) unità tipologiche di suolo che vengono indicate da una sigla di tre lettere e un numero.

Le unità cartografiche (Fig. 6.17) sono state identificate da una sigla composta secondo i seguenti criteri:

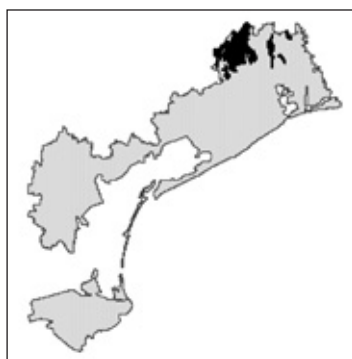
- Consociazioni: sigla dell'UTS (es. RSN1);
- Complessi: sigle delle UTS separate da barra inclinata (es. PDS1/COD1);
- Associazioni: sigle delle UTS separate da un trattino (es. CBO1-CGU1).

La base cartografica utilizzata nella stampa è quella in scala 1:50.000 fornita dalla Provincia di Venezia -Settore Pianificazione Territoriale e Sistema Informativo Geografico e derivata dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 attraverso la semplificazione degli elementi.

Si riporta di seguito un esempio di descrizione di unità cartografica (CIN1/BIS1) come presente nel volume "I suoli della provincia di Venezia"; organizzata come scheda, riporta una descrizione sintetica dell'ambiente, della distribuzione e della frequenza delle unità tipologiche di suolo presenti.

#### Unità cartografica **CIN1/BIS1**

complesso di suoli **Cinto Caomaggiore, argilloso limosi** e di suoli **Bisciola, franco limosi**



Quest'unità rappresenta la maggior parte della pianura antica del Tagliamento nel tratto compreso tra San Stino di Livenza e Cinto Caomaggiore. Si tratta di aree di ampiezza considerevole, caratterizzate da deposizioni prevalentemente limose e argillose; andando da nord verso sud si nota un generale aumento della componente argillosa che però non è stato possibile distinguere nella cartografia alla scala 1:50.000. Le quote vanno da 14 a 0 m s.l.m. e le pendenze sono attorno allo 0,1%; il materiale di partenza e il substrato sono costituiti da depositi argillosi e limosi. I suoli sono coltivati a vigneto e a seminativo (mais, soia) e marginalmente a barbabietola e pioppeto.

L'unità cartografica è costituita da 5 delineazioni e si estende su una superficie di 81,8 km<sup>2</sup>.

#### UNITA' TIPOLOGICHE DI SUOLO (UTS)

UTS	%	Localizzazione
CIN1	50	nelle aree a deposizione più fine; più frequenti nella parte meridionale della pianura indifferenziata
BIS1	40	nelle aree a deposizione prevalentemente limosa
SLM1	10	in corrispondenza di piccole aree di dosso



In questa parte di pianura è diffusa la coltivazione del vigneto.



### 6.4.2. Legenda

La carta dei suoli è accompagnata da una legenda articolata in quattro livelli gerarchici di cui tre riguardanti il paesaggio, il quarto il suolo. I livelli relativi al paesaggio consentono di individuare gli ambienti di formazione del suolo. Nel primo livello, il **distretto** (Fig. 6.18), vengono distinti i bacini fluviali di afferenza; nel territorio provinciale ne sono stati distinti 6 che distinguono, da est verso ovest, le pianure dei grandi fiumi alpini Tagliamento, Piave, Brenta e Adige-Po, la pianura dei fiumi di risorgiva e la pianura costiera e lagunare. Al distretto segue la **sovraunità**

**di paesaggio** dove si considerano l'età di formazione e il grado di evoluzione dei suoli (ad es. pianura antica e pianura recente); nel terzo livello, l'**unità di paesaggio**, vengono invece individuate le unità di paesaggio, definite sulla base della morfologia (dossi, depressioni, superfici di transizione).

L'ultimo livello è quello che riguarda il suolo e riporta la sigla delle **unità cartografiche**, come sopra descritto, il tipo di unità (consociazione, complesso, associazione) e il nome per esteso dell'unità tipologica di suolo e la caratteristica distintiva (ad esempio: ZRM1 suolo Zerman, franco limoso argilloso; ZRM2

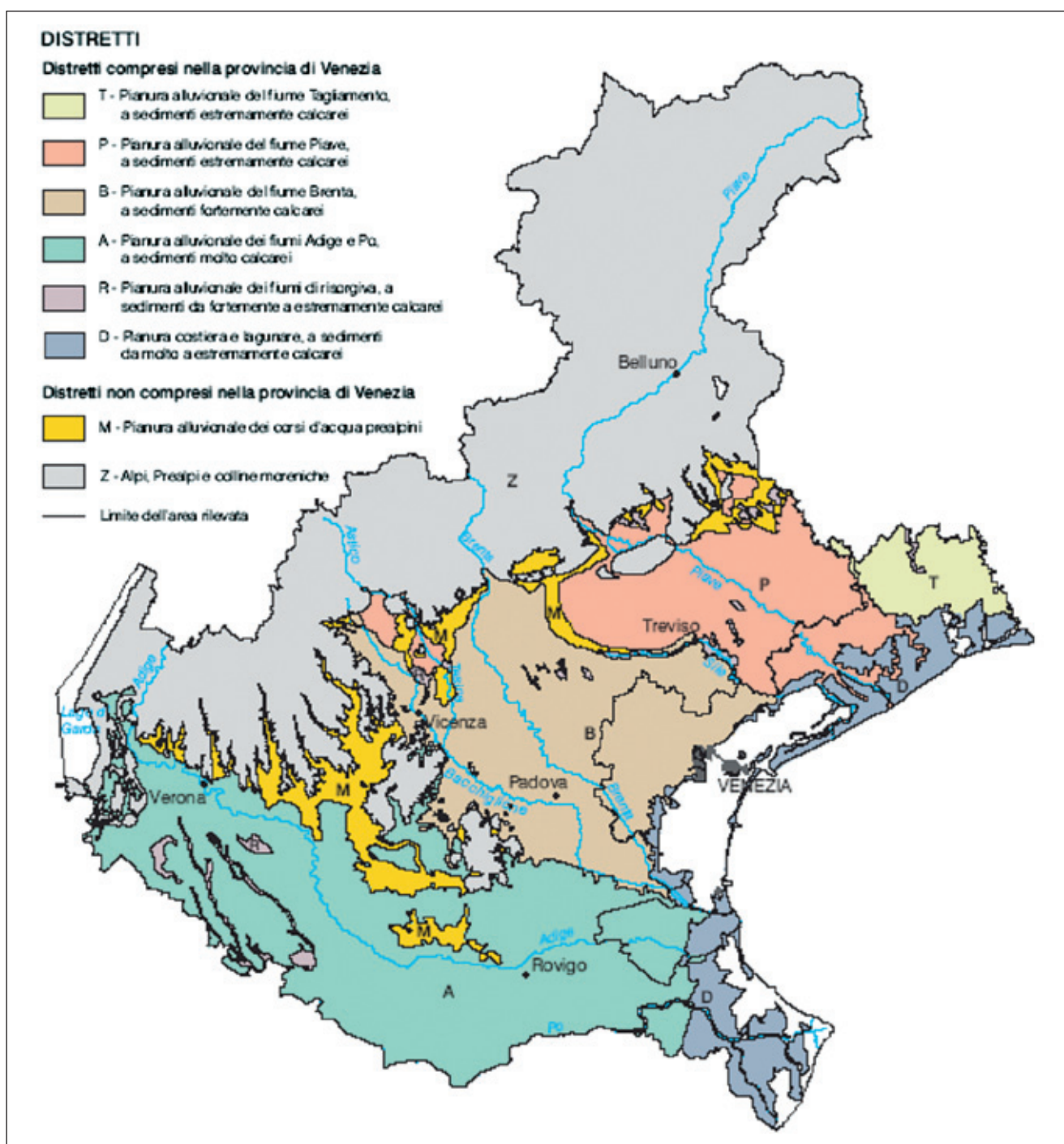


Fig. 6.18 - Suddivisione della pianura veneta in distretti in base ai bacini deposizionali (tratto dalla Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000, ARPAV 2005).



suolo Zerman, franco limoso argilloso, a substrato franco sabbioso).

Il nome è poi accompagnato dalla classificazione secondo la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 2006) e il World Reference Base (FAO, 2006). In legenda viene riportata anche una descrizione sintetica dei suoli, nella quale vengono sempre indicate la profondità, la tessitura, il contenuto di scheletro, il contenuto in carbonati, la reazione, il drenaggio e, quando rilevanti, altre caratteristiche come la saturazione in basi, il contenuto di sostanza organica e la presenza di concrezioni di carbonato di calcio.

Le classi impiegate per la descrizione delle caratteristiche dei suoli sono riferite alla “Guida alla descrizione delle unità tipologiche di suolo” a cura dell'Osservatorio Regionale Suolo del Veneto (maggio 2007). Per motivi di spazio la legenda è stata scritta in forma estesa in un piccolo volume separato, facente parte della pubblicazione integrale, mentre in carta è stata riportata una versione semplificata in cui, ai primi tre livelli, segue soltanto un elenco delle unità cartografiche presenti.

Si riporta di seguito un estratto della legenda estesa.

## T - PIANURA ALLUVIONALE DEL FIUME TAGLIAMENTO A SEDIMENTI ESTREMAMENTE CALCAREI

### T1 - Bassa pianura antica (pleniglaciale) con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi.

#### T1.1 - Dossi fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie.

SLV1	Consociazione: suoli <b>Salvarolo, franchi, scarsamente ghiaiosi</b> USDA: <i>Typic Eutrudepts coarse-loamy, mixed, mesic</i> WRB: <i>Haplic Cambisols (Calcaric)</i>	Suoli a profilo Ap-Bw-BC-C, profondi, tessitura media o moderatamente grossolana, grossolana nel substrato, scheletro comune in superficie, frequente in profondità, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio buono, falda molto profonda.
------	--	--

SLM1	Consociazione: suoli <b>Selva Maggiore, franco argillosi</b> USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic</i> WRB: <i>Fluvic Cambisols (Calcaric, Oxyaquic)</i>	Suoli a profilo Ap-Bw-C, profondi, tessitura da media a moderatamente fine, moderatamente grossolana nel substrato, scheletro assente, molto calcarei, alcalini, drenaggio mediocre, falda profonda.
------	---	--

#### T1.2 - Pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi e argille.

BIS1/BLL1	Complesso: suoli <b>Bisciola, franco limosi</b> USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-(Bw)-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e subalcalini, fortemente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.
-----------	---	---

BIS1/BLL1	suoli <b>Bellia, franchi</b> USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts coarse-silty, mixed, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Endosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-Bw-Bkg-Cg, profondi, tessitura media, grossolana nel substrato, molto calcarei e subalcalini, estremamente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.
-----------	--	---

CIN1/BIS1	Complesso: suoli <b>Cinto Caomaggiore, argilloso limosi</b> USDA: <i>Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura fine, moderatamente fine in profondità, moderatamente calcarei, estremamente calcarei nel substrato, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità e moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda profonda.
-----------	--	--

CIN1/BIS1	suoli <b>Bisciola, franco limosi</b> USDA: <i>Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-(Bw)-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e subalcalini, fortemente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.
-----------	---	---

ANN1	Consociazione: suoli <b>Annone Veneto, franco limosi</b> USDA: <i>Aquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura media, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.
------	---	---

ANN1/SNN1	Complesso: suoli <b>Annone Veneto, franco limosi</b> USDA: <i>Aquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura media, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.
-----------	---	---

ANN1/SNN1	suoli <b>Sant'Anna, franco limoso argillosi</b> USDA: <i>Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic</i> WRB: <i>Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</i>	Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg-2Cg, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, media nel substrato, molto calcarei in superficie, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.
-----------	---	---

T

### 6.4.3. Unità tipologiche di suolo

Le 104 unità tipologiche di suolo descritte nella carta dei suoli sono state riportate, in ordine alfabetico, nel volume "I suoli della provincia di Venezia". Qui se ne riporta una soltanto, a titolo di esempio (unità tipologica di suolo CIN1).

Ogni scheda riporta per ciascuna unità tipologica soltanto una parte delle informazioni contenute all'interno della banca dati dei suoli del Veneto e disponibili presso l'Osservatorio Regionale Suolo ARPAV o il Servizio Geologico della Provincia di Venezia<sup>19</sup>. Di seguito alla scheda sintetica dell'unità tipologica CIN1, si riporta una scheda completa della stessa unità.

La struttura di ogni scheda è predefinita e descrive i principali caratteri dell'ambiente e del suolo, riporta la classificazione del suolo, le caratteristiche modali di ciascun orizzonte, le qualità specifiche e la capacità d'uso.

Sotto la voce AMBIENTE vengono descritti gli elementi morfologici del paesaggio, il materiale parentale da cui si è formato il suolo, le caratteristiche del substrato e il principale uso agricolo.

Nelle PROPRIETÀ DEL SUOLO si riportano le caratteristiche distintive, come il grado di differenziazione del profilo, i principali orizzonti genetici ed eventuali rilevanti caratteri genetici; seguono la profondità del suolo e le eventuali limitazioni all'approfondimento radicale, la tessitura, lo scheletro quando presente, il contenuto di sostanza organica quando superiore a 2%, la reazione, il contenuto in carbonati, il drenaggio, la permeabilità, la capacità di acqua disponibile e la profondità della falda.

Nella sezione CLASSIFICAZIONE vengono riportate le classificazioni secondo il World Reference Base (FAO 2006), la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 2006). Vengono successivamente descritte le caratteristiche medie di ciascun orizzonte per quanto riguarda spessore, colore, tessitura, eventuale presenza di scheletro, contenuto in carbonati, reazione, tasso di saturazione, salinità e contenuto in carbonio organico. L'intervallo di variabilità di ciascun carattere non è riportato per motivi di spazio, ma è archiviato nella banca dati dei suoli.

Ciascuna unità tipologica è inoltre classificata per alcune QUALITÀ SPECIFICHE importanti per la gestione agricola, come la lavorabilità ed eventuali problemi nutrizionali (relativi ad acidità, alcalinità, salinità, sodicità, capacità di scambio cationico e calcare attivo), relativamente al suolo diviso in tre strati: strato superficiale (0-50 cm), strato profondo (50-100 cm) e substrato (>100 cm). Chiude la scheda la classificazione della CAPACITÀ D'USO, in funzione di proprietà che ne permettono o meno l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, seguendo la metodologia che viene descritta nel capitolo relativo alle applicazioni della carta dei suoli.

Le classi impiegate per la descrizione delle caratteristiche del suolo sono riferite al Manuale per la descrizione delle unità tipologiche di suolo, a cura dell'Osservatorio Regionale Suolo del Veneto (febbraio 2008) e sono riassunte nel glossario in appendice al volume esteso.

<sup>19</sup> Vedi anche il capitolo 5 "Banche dati".

#### CIN1 - suoli CINTO CAOMAGGIORE, argilloso limosi

##### AMBIENTE:

Pianura alluvionale indifferenziata della bassa pianura antica (pleniglaciale) del Tagliamento, caratterizzata da suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi. Il materiale parentale e il substrato sono costituiti da argille estremamente calcaree. **Uso del suolo:** seminativi avvicendati, mais, vigneti.

##### PROPRIETÀ DEL SUOLO

Sono suoli ad alta differenziazione del profilo, con accumulo di carbonati in profondità (orizzonte calcico Bk), caratteri di idromorfia e granulometria argillosa. Hanno profondità utile alle radici media, limitata da scarsa disponibilità di ossigeno, drenaggio interno lento, permeabilità da bassa a moderatamente bassa, capacità d'acqua disponibile (AWC) alta, tendenza alla fessurazione media; la falda è profonda.

##### CLASSIFICAZIONE

**USDA (2006):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)

##### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura argilloso limosa; scheletro assente; facce di scivolamento discontinue; moderatamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bk:** spessore 30 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) fini, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; facce di scivolamento discontinue; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso.

**Ckg:** a partire da 70 cm; colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio (5Y6/1) medie, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) fini; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

##### QUALITÀ SPECIFICHE

La lavorabilità è difficile, per resistenza meccanica elevata e tempo d'attesa lungo, la percorribilità è discreta e il rischio di sprofondamento moderato. Problemi nutrizionali derivano dal calcare attivo (moderato in profondità, alto nel substrato).

**Capacità d'uso:** IIIs1s2w7



## ESEMPIO DI UNITÀ TIPOLOGICA DI SUOLO

# Unità Tipologica di Suolo Cinto Caomaggiore - CIN1

**Nome e codice:** Cinto Caomaggiore (VT01-CIN1) argilloso limosi

**Tipo di UTS:** fase di serie

## AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** t-PWB04xx

**Descrizione dell'ambiente:** Pianura alluvionale indifferenziata della bassa pianura antica (pleniglaciale) del fiume Tagliamento, a sedimenti estremamente calcarei e caratterizzata da suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi.

**Morfologia:** area di transizione di piana alluvionale (pianura modale), depressione (bacino interfluviale) di piana alluvionale

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, argillosi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, argillosi

**Quote:** 0-14 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** dominante seminativi avvicendati, codominanti mais, vigneti

**Diffusione:** molto frequente in CIN1/BIS1

**Località caratteristiche:** Ampio tratto della bassa pianura antica del Tagliamento tra Cinto Caomaggiore, Annone Veneto e Portogruaro; trova maggiore diffusione nella parte distale del megaconoide del Tagliamento.

**Gestione delle acque:** con fossi

**Note:**

## PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** moderatamente bassa (60-85 cm; modale 70 cm), limitata da scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** profonda (modale 140 cm)

**Deflusso superficiale:** da medio a basso

**Drenaggio interno:** lento

**Permeabilità:** da bassa a moderatamente bassa

**AWC:** alta, valore modale mm 226

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bk-Ckg

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** calcico

**USDA:** calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B2B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

## CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura argilloso limosa; scheletro assente; facce di scivolamento discontinue; moderatamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bk:** spessore 30 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; facce di scivolamento discontinue; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso.

**Ckg:** a partire da 70 cm; colore grigio bruno chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio (5Y6/1) medie, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) piccole; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

## CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)



## PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** VE04P0009

**Ricollegamento UTS:** VT01 CIN1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** Via Barco

**Quota:** 12m s.l.m.

**Natura della forma:** area di transizione di piana alluvionale (pianura modale)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali argillosi, misto, molto eterogeneo

**Substrato:** argilla

**Pietrosità:** assente

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** lento

**Permeabilità:** bassa

**Uso del suolo:** soia

**Rilevatori:** Piero Magazzini

**Data di descrizione:** 19/10/1999

### Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)



### Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-40 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/3); umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; resistente (umido) molto adesivo molto plastico; pori fini abbondanti; poche radici fini; effervescenza debole; limite chiaro lineare.

**Bk:** (40-60 cm), colore di massa bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole e frequenti screziature giallo oliva (2.5Y6/6) piccole; umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; struttura principale poliedrica angolare fine, forte; molto resistente (umido) molto adesivo molto plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori fini abbondanti; effervescenza forte; limite chiaro lineare.

**Ckg:** (60-110 cm), e grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio chiaro (5Y7/1) grossolane e molte screziature giallo oliva (2.5Y6/8) medie; secco; stima della tessitura franco limosa; struttura principale poliedrica angolare media, forte; molto adesivo molto plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

Oriz	Lim. sup.	Lim. inf.	Sab. tot.	Sab. m.f.	Limo tot.	Arg.	Cl. tes.	pH	Carbonati tot.	Calc. att.	C org.	P ass.	CSC	Ca sc.	Mg sc.	Na sc.	K sc.	TSB	EC
	cm	cm	%	%	%	%			%	%	%	mg/kg	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	mS/cm
Ap	0	40	2.7		49.2	48.1	AL	8.0	0	0	3.2	8	29.0	28.0	4.8		0.4	100	
Bk	40	60	6.1		49.4	44.5	AL	8.2	41	12	0.4		17.7	22.9	6.8		0.3	100	
Ckg	60	110	0.5		61.2	38.3	FLA	8.3	56	13	0.0		18.2	91.1	7.1		0.2	100	

## PROFILI RICONDUCEBILI ALL'UTS

Sigla profilo	Rappresentatività dell'osservazione	Classificazione WRB	Eventuali motivi di discostamento dal range	Analisi
VE04P0009	osservazione tipica	Gleyic Vertic Calcisol (Hypercalcic)	franco limoso argilloso in superficie	x
VE05P0048	osservazione rappresentativa	Gleyic Vertic Calcisol (Hypercalcic)	molto argilloso in profondità; drenaggio mediocre	x
VE04P0003	osservazione rappresentativa	Gleyic Vertic Calcisol	descritto fino a 100 cm	x
VE04P0012	osservazione rappresentativa	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche meno marcate	x
VE04P0042	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE04P0011	osservazione correlata	Gleyic Vertic Cambisol	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0024	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE04P0027	osservazione correlata	Gleyic Vertic Cambisol (Hypereutric)	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0028	osservazione correlata	Hypercalcic Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE04P0029	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	endoaquept	x
TV07P0253	osservazione correlata		privo di calcico e argilla molto elevata in profondità	x
VE04P0039	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE06P0201	osservazione correlata	Calcaric Cambisol	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0045	osservazione correlata	Gleyic Vertic Cambisol (Hypereutric)	privo di calcico, drenaggio mediocre	x
VE04P0051	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	endoaquept	x
VE04P0054	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x
VE05P0008	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	orizzonte superficiale profondo 70 cm; limoso in profondità	x
VE05P0021	osservazione correlata	Calcaric Gleyic Cambisol	proprietà vertiche assenti	x
VE05P0033	osservazione correlata	Gleyic Vertic Calcisol	limoso fine in profondità	x
VE05P0043	osservazione correlata	Calcaric Vertic Gleysol	endoaquept; limoso grossolano nel substrato	x
VE04P0038	osservazione correlata	Gleyic Calcisol	proprietà vertiche assenti	x

## VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 40 cm (40-45 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/3) (chroma da 2 a 4); tessitura da argilloso limosa a franco limoso argillosa (argilla 39-48% modale 45%, sabbia 3-18% modale 5%, sabbia molto fine modale 5%); struttura poliedrica subangolare media moderata, facce di scivolamento discontinue; moderatamente calcareo (modale 9%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente basso (modale 2.0%); AWC 1,4 mm/dm; CSC alta (modale 22meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Bk:** spessore medio di 20 cm (20-40 cm); colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) (value da 4 a 6, chroma da 3 a 4); frequenti screziature piccole di colore grigio (2.5Y6/1) e frequenti screziature medie di colore giallo oliva (2.5Y6/6); tessitura da argilloso limosa a franco limoso argillosa (argilla 39-48% modale 45%, sabbia 4-9% modale 6%, sabbia molto fine modale 6%); struttura poliedrica subangolare media forte; frequenti masse cementate grossolane di carbonati di Ca e Mg e frequenti concentrazioni soffici grossolane di carbonati di Ca e Mg; facce di scivolamento discontinue; molto calcareo (modale 24%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso (modale 0,5%); AWC 1.4 mm/dm; CSC media (modale 17meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Ckg:** a partire da 70 cm (60-85 cm) colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) (hue da 2.5Y a 5Y value da 5 a 6, chroma da 1 a 2); molte screziature medie di colore grigio (5Y6/1) e frequenti screziature piccole di colore giallo oliva (2.5Y6/6); tessitura da franco limoso argillosa a argilloso limosa (argilla 33-44% modale 38%, sabbia 0-8% modale 6%, sabbia molto fine modale 6%); struttura assente (orizzonte massivo); frequenti masse cementate grossolane di carbonati di Ca e Mg e frequenti concentrazioni soffici medie di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale 43%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,1%); AWC 1.6 mm/dm; CSC alta (modale 22meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

## UTS CONCORRENTI

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy (2006)	WRB (2006)	Caratteristiche differenziali
VE07-SNN1	Sant'Anna franco limoso argilloso	Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic	Endogleyic Calcisol (Orthosiltic) (2006)	meno argilloso in superficie



## PRINCIPALI SUOLI ASSOCIATI GEOGRAFICAMENTE NEL PAESAGGIO

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy (1998)	WRB (1998)	Localizzazione
VE07-BIS1	Bisciola franco limosi	Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic	Endogleyic Calcisols (Orthosilyic)	nelle parti prossimali della pianura indifferenziata, dove i depositi sono meno fini

**Aggiornata da:** Francesca Ragazzi il 16/08/2006

**Grado di fiducia dell'UTS:** medio

NOTE: Sono state correlate anche osservazioni classificate come Endoaquept (VE04P0029)

## QUALITÀ SPECIFICHE

**Profondità utile alle radici:** moderatamente bassa (60-85 cm; modale 70 cm) per scarsa disponibilità di ossigeno

**Falda:** profonda (modale 140 cm)

**Drenaggio interno:** lento

**Permeabilità:** da bassa a moderatamente bassa

**AWC:** alta (226 mm)

**Tessitura del primo metro:** argilloso limosa

**Rischio di inondazione:** assente

**Rischio di incrostamento:** basso

**Tendenza alla fessurazione:** media

**Rischio di deficit idrico:** assente

**Gruppo idrologico:** C (runoff potenziale moderatamente alto)

## PROBLEMI NUTRIZIONALI

<b>Acidità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Alcalinità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Salinità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Sodicità</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Capacità di scambio cationico</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
<b>Calcare attivo</b>	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	calcare attivo basso (0,5-5%) calcare attivo moderato (5-10%) calcare attivo alto (10-15%)

**Lavorabilità:** difficile

**resistenza meccanica alle lavorazioni:** elevata

**tempo di attesa:** lungo

**Percorribilità:** discreta per rischio di sprofondamento

**Rischio di sprofondamento:** moderato

**Capacità di accettazione delle piogge:** molto bassa

**Capacità depurativa del suolo:** alta

**Classe di attitudine allo spandimento dei liquami:** moderata

**Grado di erosione:**

**Movimenti di massa:**

**Fattore k:**

**Capacità d'uso:** IIISw1, 2, 7

**Note:**

## 6.5. APPLICAZIONI DELLA CARTA DEI SUOLI

La disponibilità di una banca dati dei suoli georeferenziata, in cui le informazioni relative a osservazioni pedologiche, unità pedologiche di suolo, unità cartografiche e delineazioni sono collegate fra loro, ha consentito di realizzare alcune cartografie derivate. Per alcune di esse (permeabilità, riserva idrica, salinità) si è trattato semplicemente di estrarre le informazioni relative alle unità tipologiche di suolo e di estenderle alle unità cartografiche della carta pedologica. Per altre, ad esempio la capacità d'uso, le informazioni riguardanti alcune caratteristiche del suolo, contenute nelle UTS, sono state utilizzate in uno schema interpretativo che ha restituito una valutazione finale in classi che a sua volta è stata estesa alle unità cartografiche. Nel presente volume ne sono state riportate sei, ritenute importanti per la pianificazione territoriale e per la valutazione ambientale, ma molte altre possono essere realizzate come la valutazione dell'attitudine a certe colture o il contenuto di carbonio organico nel suolo.

### 6.5.1. Capacità d'uso dei suoli

Per capacità d'uso dei suoli a fini agro-forestali (*Land Capability Classification*) si intende la potenzialità del suolo a ospitare e favorire l'accrescimento di piante coltivate e spontanee (GIORDANO, 1999).

Le unità tipologiche della carta dei suoli della provincia di Venezia sono state classificate in funzione di proprietà che ne consentono, con diversi gradi di limitazione, l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, valutando la capacità di produrre biomassa, la possibilità di riferirsi a un largo spettro colturale e il ridotto rischio di degradazione del suolo. Trattandosi di un territorio esclusivamente di pianura la classificazione ha riguardato le limitazioni all'uso agricolo.

Il metodo di valutazione della capacità d'uso è stato definito nell'ambito di un gruppo di lavoro interregionale e adattato alla realtà del Veneto, utilizzando quale

riferimento di base la proposta del Soil Conservation Service USDA (KLINGEBIEL e MONTGOMERY, 1961).

Seguendo questa classificazione i suoli vengono attribuiti a otto classi, indicate con i numeri romani da I a VIII, che presentano limitazioni crescenti in funzione delle diverse utilizzazioni. Le classi da I a IV identificano suoli coltivabili, la classe V suoli frequentemente inondati, tipici delle aree golenali, le classi VI e VII suoli adatti solo alla forestazione o al pascolo, l'ultima classe (VIII) suoli con limitazioni tali da escludere ogni utilizzo a scopo produttivo (Fig. 6.19).

Per l'attribuzione alla classe di capacità d'uso, si considerano 13 caratteri limitanti relativi al suolo, alle condizioni idriche, al rischio di erosione e al clima (Tab. 6.2).

La classe viene individuata in base al fattore più limitante; il tipo di limitazione all'uso agricolo o forestale si indica con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano (es. VI<sub>s1c12</sub>) che identificano se è dovuta a proprietà del suolo (s), a eccesso idrico (w), a rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c).

La classe I non ha sottoclassi.

La classe di capacità d'uso attribuita a ciascuna tipologia di suolo è stata estesa alle unità della carta dei suoli della provincia di Venezia attribuendo, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso (suolo dominante).

Quando il suolo subordinato (meno diffuso) ha una capacità d'uso diversa da quella del suolo dominante, la valutazione è valida soltanto per una parte dell'unità cartografica (è stata realizzata una carta della rappresentatività del dato riportata nel volume esteso).

Esaminando la cartografia elaborata (Fig. 6.20) si nota che i suoli con le maggiori limitazioni, che richiedono una gestione particolarmente accurata, sono quelli organici (istosuoli) per il drenaggio molto lento, alcuni suoli in prossimità della laguna con elevata salinità e altri a tessitura argillosa di difficile lavora-

Classe I:	i suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
Classe II:	i suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
Classe III:	i suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
Classe IV:	i suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
Classe V:	i suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
Classe VI:	i suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
Classe VII:	i suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
Classe VIII:	i suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali. Il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

Fig. 6.19 - Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da GIORDANO, 1999).

bilità. La classe più diffusa è la terza: si tratta per lo più dei suoli dell'ambiente lagunare e costiero, drenati artificialmente e a drenaggio lento oppure sabbiosi e a bassa fertilità o esposti a deficit idrico durante la stagione estiva, o suoli con difficoltà di lavorazione per la tessitura argillosa o limosa. Seguono i suoli di seconda classe, con moderate limitazioni, mentre estremamente rari sono i suoli di prima classe, privi di limitazioni, che si trovano sui dossi della pianura recente del Brenta a tessitura non eccessivamente grossolana.

### 6.5.2. Salinità dei suoli

La salinizzazione del suolo è indicata tra le nove minacce di degrado del suolo nella strategia europea per la protezione del suolo (COM 231/2006) ed è compresa tra i processi di degrado del suolo per i quali devono essere individuate le aree a rischio nella proposta di direttiva europea (COM 232/2006). La realizzazione di una cartografia che delimiti le aree con i maggiori contenuti di sali solubili costituisce un utile strumento per individuare tali aree a rischio.

La salinità del suolo nei nostri ambienti può essere

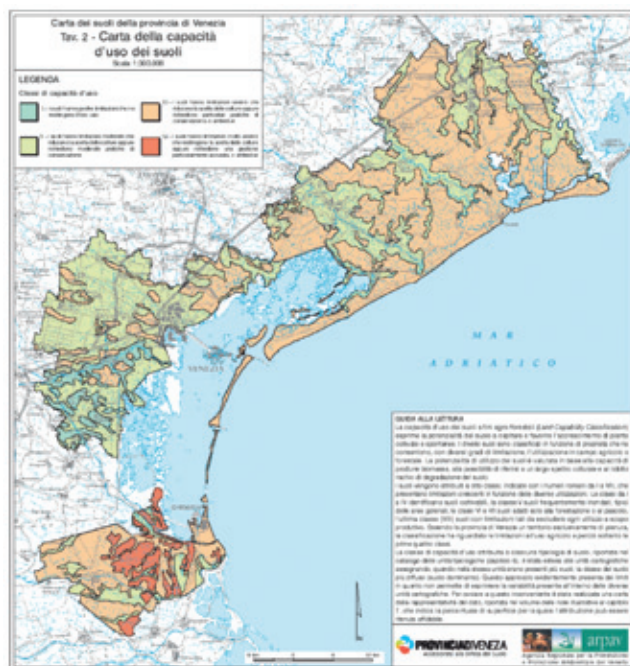


Fig. 6.20 - Capacità d'uso dei suoli elaborata assegnando la classe del suolo più diffuso in ciascuna unità cartografica.

CLASSE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	sottoclasse
<b>Profondità utile alle radici (cm)</b>	>100	>75	>50	>25	>25	>25	≥10	<10	<b>s1</b>
<b>Lavorabilità</b>	facile	moderata	difficile	m. difficile	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	<b>s2</b>
<b>Pietrosità superficiale &gt;7,5 cm (%)</b>	<0,1	0,1-1	1-4	4-15	≤15	15-50	15-50	>50	<b>s3</b>
<b>Rocciosità (%)</b>	assente	assente	<2	2-10	≤10	<25	25-50	>50	<b>s4</b>
<b>Fertilità chimica</b>	buona	parz. buona	moderata	bassa	da buona a bassa	da buona a bassa	molto bassa	qualsiasi	<b>s5</b>
<b>Salinità</b>	non salino (primi 100 cm)	leggerm. salino (primi 50cm) e/o moderat. salino (tra 50 e 100 cm)	moderat. salino (primi 50cm) e/o molto salino o estrem. salino (tra 50 e 100 cm)	molto salino o estrem. salino primi 100 cm	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	<b>s6</b>
<b>Drenaggio</b>	buono, mod. rapido, rapido	mediocre	lento	molto lento	da buono a molto lento	da buono a molto lento	da buono a molto lento	impedito	<b>w7</b>
<b>Rischio di inondazione</b>	nessuno	raro e ≤2gg	raro e da 2 a 7gg o occasionale e ≤2gg	occasionale e >2gg	frequente e/o golene aperte	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	<b>w8</b>
<b>Pendenza (%)</b>	<10	<10	<35	<35	<10	<70	≥70	qualsiasi	<b>e9</b>
<b>Rischio di franosità</b>	assente	basso	basso	moderato	assente	elevato	molto elevato	qualsiasi	<b>e10</b>
<b>Rischio di erosione</b>	assente	basso	moderato	alto	assente	molto alto	qualsiasi	qualsiasi	<b>e11</b>
<b>Rischio di deficit idrico</b>	assente	lieve	moderato	da forte a molto forte (con irrigazione)	da assente a molto forte (con irrigazione)	da forte a molto forte (senza irrigazione)	qualsiasi	qualsiasi	<b>c12</b>
<b>Interferenza climatica</b>	nessuna o molto lieve	lieve	moderata (200-800 m)	da nessuna a moderata	da nessuna a moderata	forte (800-1600 m)	molto forte (>1600 m)	qualsiasi	<b>c13</b>

Tab. 6.2 - Schema interpretativo utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli.



ricondata o ad un accumulo di sali nelle aree costiere per ingresso delle acque marine attraverso i fiumi e/o per intrusione nelle falde sotterranee di acqua salata oppure all'utilizzo di acque d'irrigazione ad alto contenuto di sali. Queste condizioni possono essere attuali o passate ed è perciò indispensabile il confronto dei dati rilevati nel suolo con quelli delle acque superficiali e profonde<sup>20</sup>.

La carta della salinità dei suoli è stata realizzata a partire dai dati di conduttività elettrica determinati a diverse profondità nei profili di suolo descritti nell'ambito del rilevamento pedologico. In particolare sono stati considerati i valori nell'orizzonte superficiale (tra 0 e 50 cm), nell'orizzonte profondo (tra 50 e 100 cm) e nel substrato sottostante (>100 cm). I dati sono stati elaborati in funzione delle unità tipologiche di suolo (UTS); per ciascuna di esse è stato definito il valore modale e il *range* di variabilità della conduttività, considerando i valori compresi tra il 25° e il 75° percentile, alle diverse profondità. A ogni UTS è stata assegnata una classe di salinità, da I a IV, considerando il valore nell'orizzonte superficiale e in quello profondo, secondo lo schema utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli (Tab. 6.3).

Poiché si disponeva anche dei valori nello strato al di sotto dei 100 cm, il dato è stato considerato quando era più elevato rispetto all'orizzonte soprastante, apponendo un asterisco dopo la classe (es. II\*), per indicare un maggior rischio potenziale di salinizzazione.

La classe attribuita alle singole UTS è stata successivamente estesa alle unità cartografiche della carta dei suoli attribuendo, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso. In alcuni casi il suolo subordinato (meno diffuso) ha una salinità diversa da quella del suolo dominante, pertanto la valutazione è valida soltanto per una parte dell'unità cartografica.

Conduttività elettrica Ec <sub>1-2</sub> mS/cm		classe	grado di salinità
0-50 cm	50-100 cm		
≤0,4	≤0,4	I	Basso
≤0,4	0,4-2	II	Moderatamente basso
0,4-1	≤2		
1-2	≤2	III	Moderatamente alto
≤1	>2		
1-2	>2		
>2	>2	IV	Alto

Tab. 6.3 - Schema di valutazione della salinità del suolo.

Per questo motivo è stata realizzata una carta della rappresentatività del dato, riportata nel volume esteso. Come è evidente nella cartografia elaborata (Fig. 6.21), i suoli con i maggiori problemi di salinità si

trovano nella parte meridionale della provincia, nelle aree di pianura dell'Adige a drenaggio difficoltoso con suoli idromorfi e con accumulo di sostanza organica (sovraunità A3) e nelle aree di riporto dei sedimenti lagunari lungo i cordoni litoranei (unità di paesaggio D2.2); seguono gran parte dei suoli a tessitura limosa della pianura lagunare (sovraunità D3), in particolare nella parte nord-orientale della provincia, con salinità moderatamente bassa. I valori più bassi di salinità si trovano nei sistemi di duna sabbiosa e nelle aree di pianura a quote al di sopra del livello del mare.

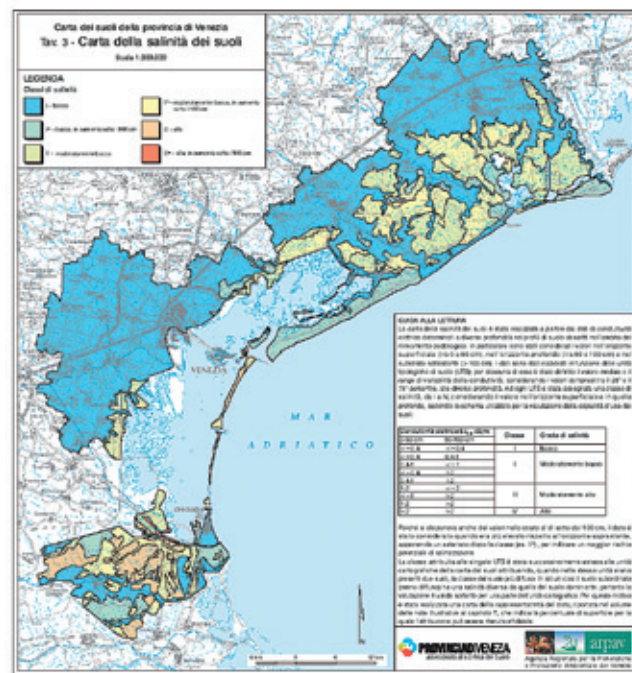


Fig. 6.21 - Carta della salinità dei suoli elaborata assegnando la classe del suolo più diffuso in ciascuna unità cartografica.

### 6.5.3. Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque di falda e superficiali<sup>21</sup>

Il suolo è in grado di funzionare da filtro naturale dei nutrienti apportati con le concimazioni minerali e organiche, riducendo le quantità potenzialmente immesse nelle acque (superficiali e sotterranee); questa proprietà è definita "capacità protettiva" del suolo e dipende da caratteristiche del suolo, da fattori ambientali (condizioni climatiche e idrologiche) e da fattori antropici (ordinamento culturale e pratiche agronomiche).

Per valutare le complesse interazioni tra tali fattori sono stati scelti due modelli, entrambi precedentemente testati nella pianura padana: un modello di simulazione del bilancio idrico, MACRO, basato sul comportamento funzionale del suolo in un preciso contesto climatico e culturale, e un modello per la

<sup>20</sup> Vedi anche il capitolo 17 "Intrusione salina".

<sup>21</sup> Vedi anche il capitolo 14 "Vulnerabilità" e la cartografia di Tav. 12.

simulazione del bilancio dell'azoto (SOIL-N) in grado di utilizzare come *input* i risultati ottenuti con MACRO. Sedici profili rappresentativi di diverse situazioni pedopaesaggistiche e climatiche del territorio veneziano sono stati caratterizzati dal punto di vista fisico-idrologico, attraverso la descrizione di campagna e la determinazione in laboratorio su campioni indisturbati della densità apparente, della capacità di ritenzione idrica e della conducibilità idrica.

I risultati ottenuti dal rilevamento e dalle misure sono stati utilizzati come dati di *input* del modello di bilancio idrico MACRO (JARVIS, 1994); il modello è stato applicato a 30 diverse condizioni suolo-clima-falda caratteristiche del territorio provinciale, considerando lo stesso ordinamento colturale (monocoltura di mais) per un periodo di 10 anni (1993-2002); le pratiche colturali sono state considerate standard su tutto il territorio a eccezione dell'uso dell'irrigazione. I dati climatici utilizzati (precipitazioni e temperature giornaliere) si riferiscono alle stazioni della rete ARPAV di Zero Branco (TV), Legnaro e Agna (PD).

Per la valutazione della capacità protettiva dei diversi suoli nei confronti delle acque di falda sono stati utilizzati, tra gli *output* del modello MACRO, i flussi d'acqua in uscita alla base del profilo.

Le classi di capacità protettiva del suolo nei confronti delle acque profonde e superficiali utilizzate sono state quelle definite nell'ambito del progetto SINA (CALZOLARI *et al.*, 2001) assumendo, sulla base di simulazioni con il modello SOIL-N, una relazione tra flussi idrici e quantità di nitrati dilavati (Tab. 6.4 e Tab. 6.5).

CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA	Flussi relativi %	Perdite di NO <sub>3</sub> %
BB (bassa)	>40	>20
MB (moderatamente bassa)	29-40	11-20
MA (moderatamente alta)	12-28	5-10
AA (alta)	<12	<5

Tab. 6.4 - Classificazione della capacità protettiva dei suoli in funzione dei flussi relativi di percolazione e delle perdite di azoto nitrico.

I suoli a minor capacità protettiva per le falde sono risultati quelli a tessitura grossolana e ricchi in scheletro dei dossi del Tagliamento al confine con il Friuli e delle incisioni di Lemene e Reghena, per i quali si sono riscontrati flussi relativi intorno al 45%, e i suoli a elevato contenuto di sostanza organica (istosuoli e mollisuoli) nei quali è elevata la mineralizzazione dell'azoto. Altamente protettivi (flussi <10%) si sono invece rivelati i suoli a tessiture limose o argillose, che presentano però elevate perdite per scorrimento superficiale e quindi maggior rischio di inquinamento delle acque superficiali. Valori intermedi sono stati stimati per i suoli di bassa pianura a granulometria

grossolana che risultano però fortemente influenzati dagli *input* di precipitazione e irrigazione (Fig. 6.22).

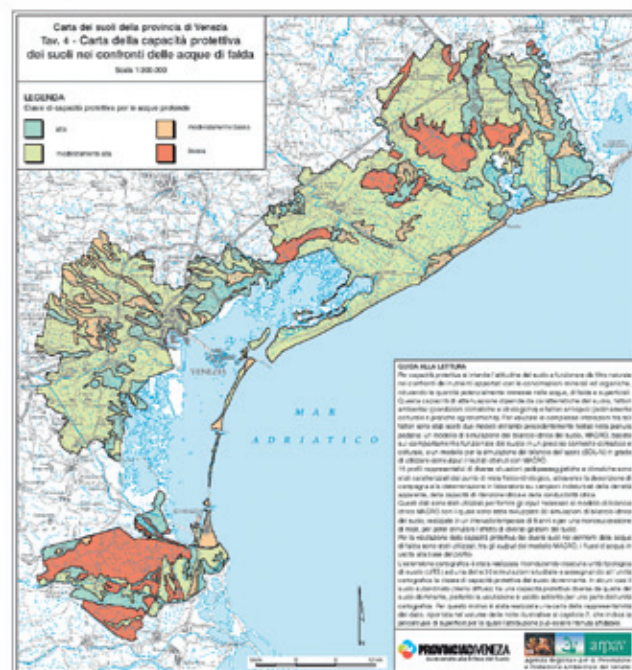


Fig. 6.22 - Carta della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde.

CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA	Runoff e flussi laterali relativi %	Perdite di NO <sub>3</sub> %
BB (bassa)	>30	>39
MB (moderatamente bassa)	21-30	21-39
MA (moderatamente alta)	8-20	5-20
AA (alta)	<8	<5

Tab. 6.5 - Classificazione della capacità protettiva dei suoli in funzione dei flussi relativi di *runoff* e di flussi laterali in scolina e delle perdite di azoto nitrico.

La classe di capacità protettiva attribuita a ciascuna tipologia di suolo è stata estesa alle unità della carta dei suoli della provincia di Venezia attribuendo, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso (suolo dominante).

In alcuni casi il suolo subordinato (meno diffuso) ha una capacità d'uso diversa da quella del suolo dominante, pertanto la valutazione è valida soltanto per una parte dell'unità cartografica. Per questo motivo è stata realizzata una carta della rappresentatività del dato.

La capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali è risultata critica per suoli a tessitura limosa o argillosa soggetti a elevato scorrimento superficiale e per alcuni suoli sabbiosi con falda dove è elevato il flusso idrico laterale (Fig. 6.23).

La cartografia è stata realizzata in modo analogo alla



precedente, attribuendo all'unità cartografica la classe del suolo dominante e riportando la rappresentatività del dato, disponibile nel volume esteso.

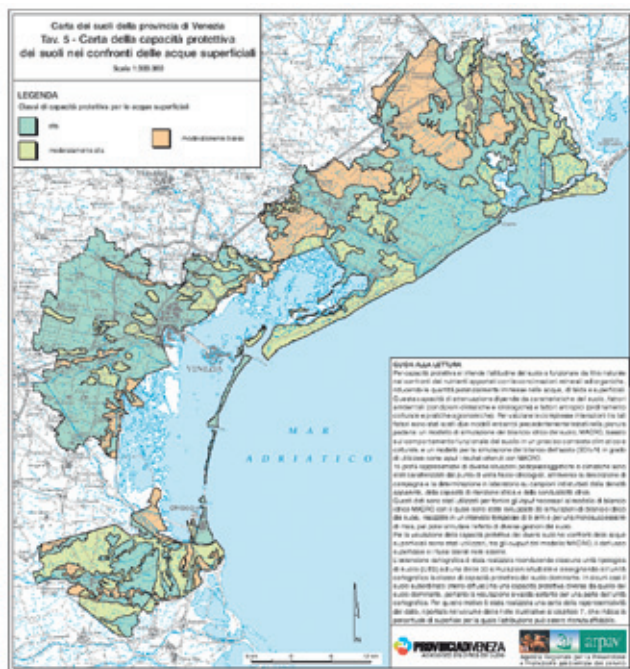


Fig. 6.23 - Carta della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali.

#### 6.5.4. Permeabilità dei suoli<sup>22</sup>

La permeabilità (o conducibilità idraulica saturata) esprime la proprietà del suolo di essere attraversato dall'acqua. Si riferisce alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo, in direzione verticale. La permeabilità dipende in primo luogo dalla distribuzione e dalle dimensioni dei pori: è infatti maggiore nei suoli con pori grandi e continui rispetto a quelli in cui sono piccoli e discontinui. I suoli argillosi hanno in genere una conducibilità idraulica inferiore dei suoli sabbiosi perché in quest'ultimi i pori sono grandi anche se numericamente inferiori rispetto ai suoli argillosi. Dipende inoltre dalla presenza di vuoti planari (fessure e spazi tra gli aggregati), questa volta più frequenti negli orizzonti argillosi e in particolare in quelli meno profondi.

La permeabilità è un importante carattere del suolo in quanto rappresenta uno dei fattori di regolazione dei flussi idrici: suoli molto permeabili sono attraversati rapidamente dall'acqua di percolazione e da eventuali soluti (nutrienti e inquinanti) che possono così raggiungere facilmente le acque di falda; viceversa suoli poco permeabili sono soggetti a fenomeni di scorrimento superficiale e ad un maggior rischio di inquinamento delle acque superficiali.

Questo carattere è stato stimato in campagna, nella descrizione dei profili, sulla base della granulometria, della struttura, della consistenza, della porosità e della presenza di figure pedogenetiche di ciascun orizzonte del suolo, considerando come permeabilità

dell'intero suolo quella dell'orizzonte meno permeabile presente entro 150 cm.

In alcuni suoli rappresentativi delle tipologie più diffuse sono stati raccolti campioni indisturbati per la misura della conducibilità idrica saturata (Ksat) con permeametro a carico costante (KLUTE e DIRKSEN, 1986). Queste misure hanno permesso di verificare l'adeguatezza delle stime e, in caso negativo, di correggerle.

In base alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo (Ksat), vengono distinte 6 classi di permeabilità (SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993), riportate nella Tab. 6.6.

Ad ogni unità tipologica di suolo è stata attribuita una classe di permeabilità (da 1 a 6, come descritto in Tab. 6.6), sulla base delle caratteristiche degli orizzonti, considerando la permeabilità dell'orizzonte meno permeabile.

	Classe	Ksat (μm/s)	Ksat (cm/h)
1	Molto bassa	<0,01	<0,0035
2	Bassa	0,01-0,1	0,0035-0,035
3	Moderatamente bassa	0,1-1	0,035-0,35
4	Moderatamente alta	1-10	0,35-3,5
5	Alta	10-100	3,5-35
6	Molto alta	>100	>35

Tab. 6.6 - Classi di permeabilità e corrispondenti valori di conducibilità idraulica saturata (Ksat).

La classe di permeabilità attribuita a ciascuna tipologia di suolo, riportata nel catalogo delle unità tipologiche di suolo (capitolo 6 del volume esteso), è stata estesa alle unità della carta dei suoli (dove di frequente è presente più di una tipologia di suolo) attraverso la media ponderata della classe sulla percentuale di presenza di ciascun suolo. Sono state così create delle classi intermedie, per offrire una valutazione maggiormente differenziata e utilizzabile per le applicazioni (Fig. 6.24).

#### 6.5.5. Riserva idrica dei suoli

La riserva idrica dei suoli o capacità d'acqua disponibile (indicata solitamente con la sigla **AWC** dall'inglese *available water capacity*) è un importante parametro utilizzato nel calcolo del bilancio idrico del suolo, soprattutto ai fini irrigui, e rappresenta il quantitativo d'acqua utilizzabile dalle piante presente all'interno del suolo. Si determina come differenza tra la quantità d'acqua presente alla capacità di campo e quella al punto di appassimento permanente. La prima è la massima quantità d'acqua che può essere trattenuta una volta che sia stata eliminata l'acqua gravitazio-

<sup>22</sup> Vedi anche il capitolo 14 "Vulnerabilità" e la cartografia di Tav. 12.



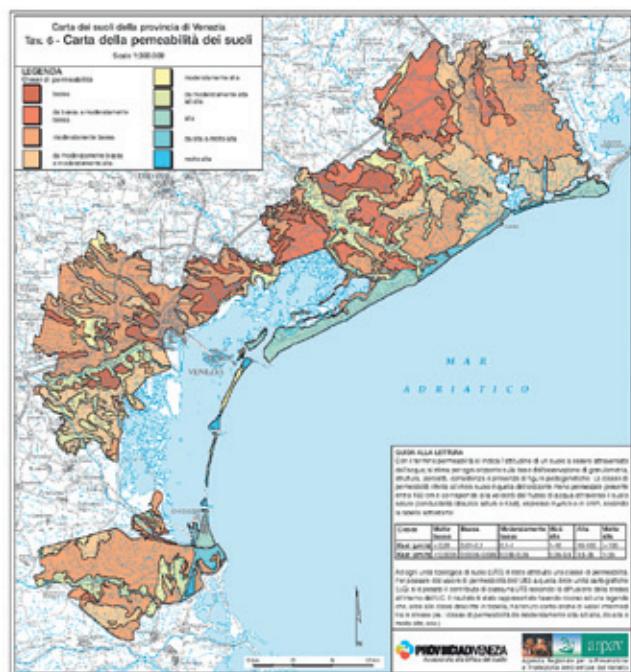


Fig. 6.24 - Carta della permeabilità dei suoli.

nale; viene raggiunta quando il suolo, dopo essere stato saturato, ha subito la fase di drenaggio rapido. La seconda corrisponde alla quantità di acqua trattenta fortemente nel suolo tanto da non poter essere assorbita dalle piante che appassiscono in modo irreversibile.

L'AWC dipende dalle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo, pertanto viene calcolata per l'intera profondità del suolo sommando i valori determinati nei singoli orizzonti.

Non potendo disporre di dati misurati relativi ai contenuti idrici di tutte le tipologie di suolo, poiché le misure sono molto onerose e costose, solitamente si ricorre a formule empiriche o a pedofunzioni in grado di effettuare delle stime a partire da alcuni caratteri del suolo facilmente rilevabili.

In particolare per l'ambiente di pianura sono state utilizzate delle pedofunzioni, sviluppate dal CNR-IRPI sezione di Firenze nel corso del progetto SINA (CALZOLARI *et al.*, 2001) calibrate e validate grazie ai dati raccolti nel corso del progetto carta dei suoli in scala 1:250.000 (ARPAV, 2005), che hanno permesso di stimare i punti della curva di ritenzione in funzione del contenuto di sabbia, limo, argilla, carbonio organico e densità apparente; ciò è stato possibile poiché per 27 suoli rappresentativi della pianura veneta erano state effettuate misure di ritenzione idrica, relativamente a 9 punti umidità/tensione, su campioni indisturbati posti in cassetta Stackman e quindi in piastra di Richards, secondo le correnti metodologie (KLUTE, 1986).

Per ciascuna unità tipologica della carta dei suoli è stata calcolata l'AWC, espressa in mm, per una sezione di suolo di 150 cm. Questo valore è stato utilizzato per classificare l'UTS secondo la tabella 6.7.

AWC (mm)	classe
< 75	molto bassa
75 - 150	bassa
150 - 225	moderata
225 - 300	alta
> 300	molto alta

Tab. 6.7 - Classi di AWC utilizzate per classificare i suoli.

L'estensione cartografica dei valori è stata realizzata attraverso la media ponderata dell'AWC delle unità tipologiche di suolo presenti in ciascuna unità cartografica.

I valori più bassi riscontrati sono quelli dei suoli sabbiosi dei sistemi di dune, seguiti dai suoli di dosso ad AWC moderata. La maggior parte dei suoli della pianura indifferenziata e delle depressioni hanno una AWC compresa tra 225 e 300 mm, mentre valori superiori si trovano soltanto nei suoli organici delle aree a drenaggio difficoltoso dell'Adige (Fig. 6.25).

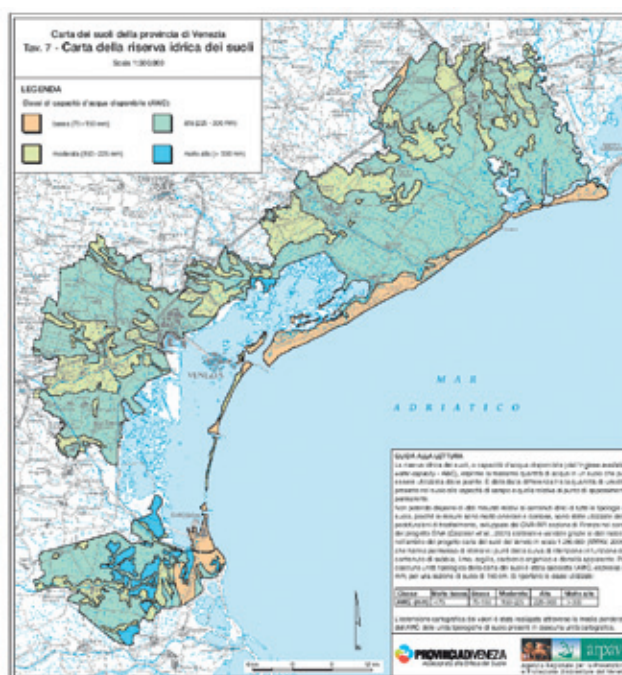


Fig. 6.25 - Carta della riserva idrica dei suoli.

## CONTENUTO IN METALLI E METALLOIDI NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

Paolo Giandon e Francesca Ragazzi, ARPAV - Osservatorio Regionale Suoli

L'origine degli elementi in traccia nei suoli è legata alle caratteristiche dei materiali di partenza da cui si sono originati e, in diversa misura, agli apporti antropici generati dalle attività industriali e agricole.

Con un'adeguata metodologia di indagine è possibile determinare separatamente la concentrazione derivante soltanto dal materiale di partenza (fondo di natura pedogeochimica o naturale) da cui ha avuto origine il suolo, e quella che somma il contenuto naturale e gli apporti di origine antropica derivanti dalle deposizioni atmosferiche e dalle pratiche di fertilizzazione o di difesa antiparassitaria (fondo naturale-antropico). Ciò è possibile campionando orizzonti a diverse profondità: per la determinazione del contenuto naturale, i campioni sono prelevati in corrispondenza del primo orizzonte o strato pedologico sotto i 70 cm, ritenendo tale profondità sufficiente nelle condizioni chimico-fisiche maggiormente diffuse nei suoli del Veneto per poter escludere qualsiasi eventuale apporto antropico, mentre per la determinazione del contenuto usuale si è campionato in corrispondenza del primo orizzonte individuato partendo dalla superficie.

I dati rilevati nel territorio regionale di pianura sono stati elaborati per gruppi omogenei in funzione dell'origine del materiale di partenza (Unità deposizionali).

I siti campionati (377 nella provincia di Venezia), prevalentemente a uso agricolo, non includono zone contaminate o troppo vicine a potenziali fonti inquinanti (discariche, cave, grandi vie di comunicazione) né aree che presentano evidenti tracce di rimaneggiamento o di intervento antropico.

Come è previsto dalla metodologia proposta dalla norma ISO 19258/2005, sono stati determinati i percentili della distribuzione dopo la rimozione di eventuali valori anomali e sono stati assunti come limiti superiori dei valori di fondo i valori corrispondenti al 95° percentile.

I valori di riferimento normativo per il contenuto di metalli nei suoli sono le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previste per la bonifica dei siti a uso verde pubblico, privato e residenziale inseriti in colonna A, Tabella 1, Allegato V, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n° 152/06.

I metalli per i quali non si osserva alcun superamento (vedi Tab. 6.8) delle concentrazioni soglia di contaminazione in nessuna unità deposizionale sono **antimonio, cadmio, cobalto, mercurio, piombo e selenio**. Per il **rame** il superamento si osserva solo nell'area del Piave per effetto di un incremento dovuto ai trattamenti antiparassitari eseguiti nei vigneti. All'estremo opposto si trova lo **stagno** che in tutte le

unità sia in pianura che in montagna presenta valori di fondo superiori al limite con valori massimi pari anche a 7 volte il limite nei depositi del Brenta. L'**arsenico** mostra superamenti del limite in numerose unità, interessando una superficie significativa del territorio regionale, in particolare nei depositi di Adige, Po e Brenta. Valori uguali o di poco superiori alle CSC si riscontrano anche per cobalto, cromo, nichel e zinco, in particolare nelle unità deposizionali dell'Adige e del Po.

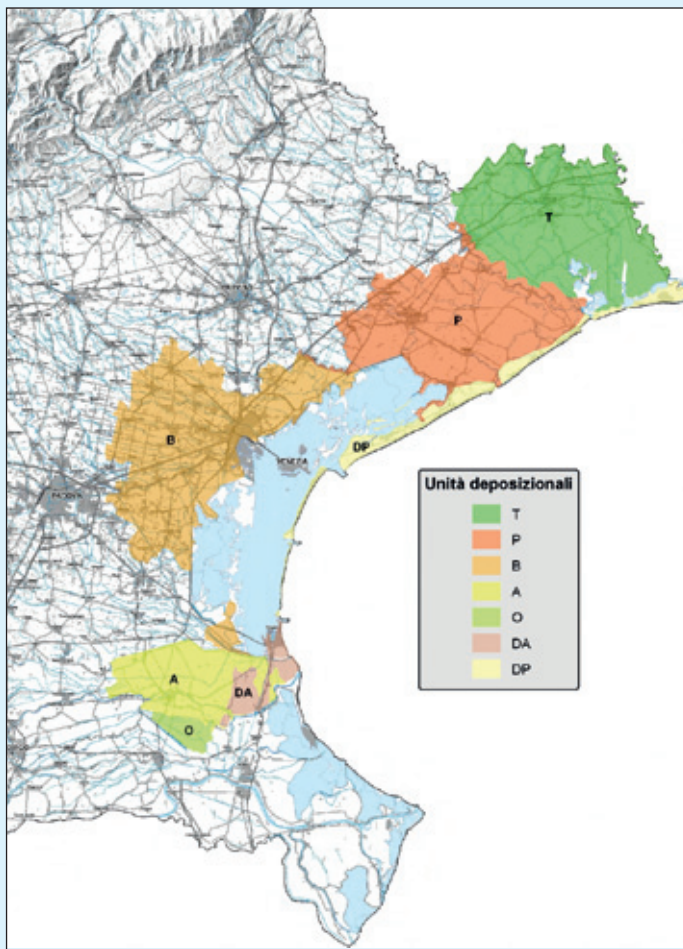


Fig. 6.26 - Unità deposizionali individuate nel territorio provinciale.

Legenda: T: pianura alluvionale del fiume Tagliamento; P: pianura alluvionale del fiume Piave; B: pianura alluvionale del fiume Brenta; A: pianura alluvionale del fiume Adige; O: pianura alluvionale del fiume Po; DP: pianura costiera settentrionale; DA: pianura costiera meridionale.

Fonte: ARPAV 2011.

Unità deposizionali	Sb	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	V	Zn
Tagliamento (T)	nd	14	nd	0,62	12	67	0,09	42	33	44	nd	nd	nd	86
Piave (P)	1,0	13	1,7	0,64	15	61	0,26	52	36	186	0,50	4,0	87	113
Brenta (B)	2,4	45	2,3	0,95	16	64	0,67	38	54	110	0,31	7,8	96	144
Adige (A)	1,5	50	1,4	1,17	20	141	0,32	125	46	79	1,00	3,7	89	155
Po (O)	1,4	31	1,6	0,60	20	153	0,08	130	35	63	0,90	3,4	80	111
Costiero nord-orientale (DP)	0,8	12	0,2	0,25	5	19	0,85	8	51	58	0,10	5,7	20	67
Costiero meridionale (DA)	1,2	23	0,9	0,25	14	89	0,13	83	56	54	0,68	5,8	61	181

Tab. 6.8 - Valori di fondo (mg/kg) per metalli e metalloidi nelle 7 unità deposizionali identificate in provincia di Venezia; in rosso i valori superiori alle concentrazioni soglia di contaminazione di colonna A, Tabella 1, Allegato V, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n° 152/06. I valori indicati come "nd" non sono stati determinati perché non vi erano abbastanza dati da permettere l'elaborazione statistica.